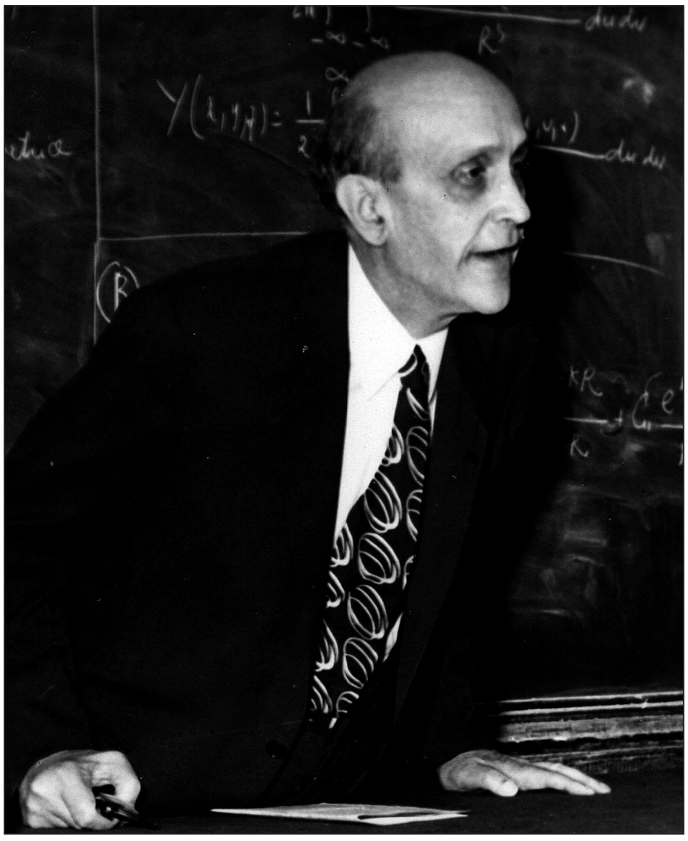
CURIERUL de Fizică nr 72

Publicația Fundației Horia Hulubei şi a Societății Române de Fizică • Anul XXIII • Nr. 1 (72) • Mai 2012

Curierul de Fizică își propune să se adreseze întregii comunități științifice/universitare din țară și diaspora !

Sabba S. Ştefănescu, prospecțiunea electrică şi geofizica românească



Din CUPRINS

3	Corina Simion	Simpozionul "Conacul Oteteleşanu. Identitate istorică, arhitecturală şi ştiințifică" – Ediția a II-a
5	Gheorghe Văsaru	Uraniul și energetica nucleară. Cronologie
15	Mircea Morariu	Physics Web

Nota Redacției O scriere semnată, menționată aici sau inserată în paginile publicației, poartă responsabilitatea autorului. Celelalte note – nesemnate – ca şi editorialul, sunt scrise de către redacție şi reprezintă punctul de vedere al acesteia.

Se împlinesc 110 ani de la naşterea profesorului Sabba S. Ştefănescu (1902-1994). Cu această ocazie se cuvine reîmprospătată amintirea celui care a pus bazele teoretice ale prospecțiunii electrice a subsolului şi a avut rol de fondator în cercetarea şi învățământul de geofizică din România [1].

S-a născut la 20 iulie 1902 la Bucureşti, fiu al profesorului de paleontologie Sabba Ştefănescu şi al soției sale Constanța (n. Demetrescu-Negrea). În 1917, în timpul ocupației germane a Bucureştiului, Sabba Ştefănescu tatăl a plecat într-o misiune diplomatică în Occident, însoțit de familie; pentru a ocoli războiul care bântuia în Europa, călătoria a trebuit abătută peste Oceanul Arctic şi a fost plină de peripeții. Aşa se face că Sabba fiul şi-a întrerupt studiile la Liceul Sfântul Sava din Bucureşti, continuându-le la Lycée Saint-Louis din Paris. A studiat apoi la École des Mines, una din prestigioasele *grandes écoles* ale Franței, obținând în 1923 diploma de inginer de mine.

Înapoiat în țară, a lucrat un timp în Valea Jiului dar a trebuit să abandoneze, din motive de sănătate. În 1927 a fost angajat la Institutul Geologic al României, unde a început studiile de prospecțiune electrică a subsolului, pe care le-a continuat toată viața. A urmat colaborarea, la Paris (1929-1932), cu frații Conrad şi Marcel Schlumberger, pionieri ai prospecțiunii electrice [2]. În 1933 s-a întors la Institutul Geologic, rămânând inginer consultant al firmei Schlumberger, care avea să devină mai târziu cea mai mare companie de prospecțiuni pentru petrol de pe glob. A publicat în continuare o serie de articole, prompt citate în tratate şi monografii de specialitate, în care a fundamentat teoretic metode tehnice de prospecțiune considerate până atunci mai curând artă decât inginerie. Una dintre aceste lucrări a fost acceptată în 1945 de Universitatea din Bucureşti ca teză de doctorat. În 1936 a publicat

continuare în pag. 2 ➲

primul curs de prospecțiuni geofizice din România, urmare a unei serii de prelegeri ținute la Școala Politehnică. Concomitent, a desfășurat o activitate de management la Institutul Geologic, ocupându-se de organizarea cercetării aplicate, resurse umane, aparatură, coordonarea și comunicarea rezultatelor, consultanță pentru proiecte tehnice. În 1946 a fost ales membru corespondent al Academiei Române; avea să devină membru titular în 1963.

În 1950 a fost numit șeful Catedrei de Geofizică (nou înființată la Institutul de Mine, trecută apoi la Institutul de Petrol, Gaze și Geologie) și directorul Secției de Geofizică din Comitetul Geologic (fostul Institut Geologic al României); a ocupat ambele funcții până la pensionare, în 1967. De-a lungul anilor, și-a împărțit timpul între preocupările strict științifice, de cercetare și didactice, și activitatea practică de consultanță și management. Cursul său de prospecțiuni electrice era precedat de unul de teoria câmpului electromagnetic; și tot el a fost expertul care a condus, din partea României, comisia care a efectuat interpretarea măsurătorilor geofizice pentru sistemul hidroenergetic și de navigație, Porțile de Fier. Pentru studenți și doctoranzi, deveniți apoi ingineri geofizicieni și colaboratori, ca și pentru colegii mai vârstnici, *Domnul Sabba* – așa îl numeau toți – a fost un reper de profesionalitate și integritate.

Pensionarea n-a însemnat încetarea activității lui Sabba S. Ștefănescu. A fost președintele Secției de Științe Geologice, Geofizice și Geografice a Academiei din 1966 până la sfârșitul vieții. A condus activitatea celor două reviste de specialitate: *Revue roumaine de géologie, géophysique et géographie* și *Studii și cercetări de geologie, geofizică și geografie* (seriile de geofizică). Cu prestigiu științific și îndemânare organizatorică, a marcat activitatea de cercetare pentru prospecțiuni geofizice a Institutului de Geofizică Aplicată (1966-1974) și cea de cercetare fundamentală a Centrului de Cercetări Geofizice (1961-1970). Cele două institute au avut o viață scurtă, dispărând în vârtejul reorganizărilor din anii '70, dar impactul lor asupra geofizicii românești a rămas.

Centrul preocupărilor sale științifice a fost teoria prospecțiunii electrice. Este autorul unora dintre primele calcule în situații realiste ale câmpului electromagnetic generat de un dispozitiv de prospecțiune și ale rezistivității aparente asociate. O serie de lucrări ulterioare au fost dedicate analizei detaliate a procedurilor curente de prospecțiune electrică în curent continuu și alternativ. Mai târziu, în *teoria mediilor alpha* a prezentat o serie flexibilă de modele ale conductivității solului, care permit un calcul rapid al câmpului electric și facilitează interpretarea măsurătorilor. În 1990 a fost ales membru de onoare al Societății Geofizicienilor Prospectori Americani *Society of Exploration Geophysicists*, cu motivarea *„for developing the theoretical basis for several methods now in common use"*.

O preocupare cu caracter teoretic, pornită de la problemele de prospecțiune electrică și devenită un *hobby* [3] permanent, a fost studiul liniilor de câmp magnetic pentru diferite configurații de curenți. Cu o intuiție geometrică particulară, a reușit să integreze ecuațiile diferențiale pentru aranjamente complexe de curenți filiformi liniari și a prezentat exemple explicite de linii de câmp magnetic deschise – până atunci necunoscute.

Profesorul Sabba S. Ștefănescu a fost un maestru al preciziei și clarității expunerii, pe care o susținea cu o retorică rafinată, ajutat de o mimică și gestică unice. Era cunoscut prin replicile de o originalitate spontană cu care reușea să-și surprindă interlocutorii chiar în cele mai banale situații. Folclorul geofizicii românești păstrează câteva anecdote sugestive. Întrebat, după o operație la vezica biliară, cum se simte, a răspuns: *„Eu, când în ecuațiile mele reușesc să elimin un parametru, mă simt mai bine. Așa și acum: am eliminat un parametru."* Rezervat în relațiile umane, era totuși foarte popular prin amabilitatea și optimismul care îi erau proprii, chiar în situații când mulți vedeau lucrurile altfel.

Rândurile celor care l-au cunoscut pe *Domnul Sabba* au început să se rărească. E bine ca amintirea sa să fie transmisă din timp celor care le iau locul.

Referințe

[1] Liviu Constantinescu: *Promoting geophysical education and research in Romania – a case history*, Revue roumaine de géologie, géophysique et géographie, Série de géophysique, Tome 31, pp. 19-31, 1987.

[2] S. Stefanesco en collaboration avec C. et M. Schlumberger: *Sur la distribution électrique potentielle autour d'une prise de terre ponctuelle dans un terrain à couches horizontales, homogènes et isotropes*, Le journal de physique et le radium, Série 7, Tome 1, pp. 132-140, 1930.

[3] Sabba S. Ștefănescu: *Un „hobby" mathématique*, Revue roumaine de géologie, géophysique et géographie, Série de géophysique, Tome 31, pp.89-93, 1987.

Dan H. Constantinescu

Acest text utilizează material din articolul *Sabba S. Ștefănescu*, Wikipedia (http://ro.wikipedia.org/). El poate fi reutilizat, cu menționarea sursei, sub licență *Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported* (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en) sau *GNU Free Documentation License* (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html).

Simpozionul "Conacul Oteteleşanu. Identitate istorică, arhitecturală şi ştiinţifică"

Ediţia a II-a

Cu prilejul seriei de manifestări dedicate sărbătoririi Zilei Naţionale a Culturii, Institutul Naţional de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor şi Fundaţia Cultura şi Fizica la Măgurele au organizat Ediţia a II-a a Simpozionului "Conacul Oteteleşanu. Identitate istorică, arhitecturală şi ştiinţifică" la sediul din strada Atomiştilor nr. 105 bis Măgurele – Ilfov în data de 20 ianuarie 2012, orele 10.00 – 14.00.

Evenimentul a fost dedicat prezentării publice a stadiului lucrărilor de restaurare a acestei clădiri monument istoric înscrisă pe Lista Monumentelor Istorice a judeţului Ilfov – 2010 sub codul IF-II-a-B-15294.01.

Deschiderea lucrărilor Simpozionului a fost făcută de către domnul Director General al Institutului Naţional de Cercetare – Dezvoltare pentru Fizica Materialelor şi Preşedintele Fundaţiei Cultura şi Fizica la Măgurele, Lucian Pintilie. În continuare, domnul Ionel Andrei, Director Programe şi totodată purtătorul de cuvânt al Autorităţii Naţionale pentru Cercetare Ştiinţifică, şi doamna Alexandrina Niţă, Director Executiv al Direcţiei Judeţene pentru Cultură şi Patrimoniu Naţional Ilfov au întărit punctele de vedere ale domnului Lucian Pintilie, exprimându-şi sprijinul şi adeziunea din partea celor două autorităţi sub îngrijirea cărora se va desfăşura proiectul de restaurare.

După alocuţiunile oficiale a urmat prima secţiune a programului în care doamna prof. univ. dr. arh. Cristina Gociman, şef proiect complex, a făcut o scurtă trecere

în revistă asupra premiselor istorice ce au declanşat această lucrare de restaurare, a prezentat în rezumat operaţiunile deja executate pentru pregătirea clădirii în vederea declanşării lucrărilor de execuţie, precum şi o recapitulare asupra principalelor etape la care va fi supusă clădirea de-a lungul acestui proces complicat de re-punere în valoare ca obiectiv al patrimoniului cultural naţional. La finele primei părţi, echipa condusă de dr. ing. Manta Tanislav a supus atenţiei auditoriului rezultatele studiului geo-radar efectuat pe zona perimetrală exterioară a clădirii în noiembrie 2011 pentru punerea în evidenţă a lucrărilor ascunse, a excavaţiilor şi posibilelor structuri vechi îngropate, care ar înconjura imobilul pe raza de lucru supusă intervenţiilor din timpul lucrărilor pe teren.

Pauza a fost un moment în care invitaţii speciali ai ediţiei au avut prilejul să adauge câteva cuvinte în sprijinul desfăşurării proiectului. Astfel, doamna conf. dr. arh. Ruxandra Nemţeanu, verificator proiect complex şi expert din partea Ministerului Culturii şi Patrimoniului Naţional, a avut o intervenţie inspirată privind filosofia abordării unei astfel de lucrări şi a punctelor de vedere diferite pe care cei implicaţi la un moment-dat într-un demers de acest gen le pot avea. Pauza a fost totodată un prilej de a prezenta macheta la scară a noii înfăţişări a imobilului, realizată în cadrul unui proiect de diplomă de către studenţii doamnei Cristina Gociman, precum şi pentru trecerea în revistă a unei mici expoziţii pe tematica donaţiilor făcute de diverse persoane, fundaţii şi instituţii în sprijinul desăvârşirii noii imagini a fostului Conac Oteteleşanu din Măgurele. În cadrul acestei expoziţii, deschisă ulterior pentru o lună de zile la sediul Institutului Naţional de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor, s-au remarcat la loc de cinste cele două tablouri în ulei pe pânză pictate de doamna Măriuca Oteteleşanu şi donate Fundaţiei Cultura şi Fizica la Măgurele cu scopul de a fi expuse în clădire după inaugurare. Cele două tablouri reprezintă portretul lui Ioan Oteteleşanu şi un peisaj de toamnă în parcul Ansamblului Oteteleşanu din Măgurele. Vizitarea secţiunii de postere, ce expune ultimele noutăţi aduse de proiect (deschisă în permanenţă la sediul Institutului) şi discuţiile la o cafea între participanţi au marcat trecerea către a doua etapă a Simpozionului.

În a doua parte a evenimentului, doamna dr. ing. Corina Simion din partea Institutului Naţional de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică şi Inginerie Nucleară "Horia Hulubei" şi domnul arh. drd. Dan D. Ionescu autorul Studiilor Istorice pentru fostul Conac Oteteleşanu şi pentru Parcul IFIN-HH, parte integrantă a Ansamblului fostului Conac Oteteleşanu din Măgurele, au făcut, la invitaţia Institutului Naţional de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor şi a Fundaţiei Cultura şi Fizica la Măgurele, o prezentare generală asupra stadiului lucrărilor de restaurare la Parcul Ansamblului fostului Conac Oteteleşanu, azi cunoscut drept "Parcul IFA" sau "Parcul IFIN-HH". Anul 2012 va aduce nou în context reluarea lucrărilor de proiectare şi finalizarea Studiului de Fezabilitate în vederea restaurării acestui element al Ansamblului. Dacă adăugăm şi stadiul avansat de restaurare a bisericii "Sf. Împăraţi Constantin şi Elena" din Măgurele, am putea spune că Ansamblul fostului Conac Oteteleşanu din Măgurele se află în diferite stadii de restaurare, dar lucrările practic sunt începute pe toate elementele constituente – acest fapt este extrem de îmbucurător atât pentru Ministerele şi Instituţiile ce le administrează, dar şi pentru populaţia localităţii Măgurele, pentru salariaţii tuturor institutelor de pe Platforma de Fizică de la Măgurele.

Finalul ediţiei a fost punctat de vizita pe amplasament a invitaţilor sub conducerea domnului ing. Petrică Ghiţă ce are în grijă atât obiectivul de investiţie, cât şi desfăşurarea proiectului de execuţie din partea beneficiarului lucrărilor.

Printre oaspeţi au fost prezenţi invitaţi din afara Platformei Măgurele, printre care amintim pe doamna Cristina Ţineghe, Şef serviciu la Serviciul Arhivelor Naţionale ale Judeţului Ilfov, însoţită de domnul Răzvan Necula, domnul Cosmin Mateescu, de la Primăria Municipiului Bucureşti, membru al Comisiei Zonale a Monumentelor Istorice 12 Bucureşti – Ilfov, dar şi reprezentanţi ai firmei câştigătoare a licitaţiei pentru execuţia lucrărilor, S.C. Media Pro Studios Buftea, ai angajaţilor Institutelor de Fizică de la Măgurele.

Evenimentul a marcat totodată şi declanşarea de la 1 martie 2012 a lucrărilor pe teren. A treia ediţie ce se va desfăşura probabil în a doua jumătate a acestui an va avea în vedere stadiul restaurării, precum şi modificările aduse proiectului iniţial datorate desfăşurării intervenţiilor directe asupra monumentului istoric – modificări impuse de legislaţia în vigoare şi de normele internaţionale privind această categorie specială de lucrări în construcţii civile. Urmează o perioadă foarte grea pentru toţi factorii implicaţi şi determinantă pentru noua înfăţişare a clădirii. La finalul acestui articol consider extrem de inspirat îndemnul Profesorului Ioan Slavici, Directorul de Studii al Institutului "Ion Otteteleşeanu" din Măgurele al Academiei Române, ce a funcţionat în clădire între 1894 şi 1948 – la inaugurarea stabilimentului de la 6 Octombrie 1894 - "Să fim cu toţii o familie legată prin afecţiuni şi sinceritate, să ostenim împreună şi să nu fim mulţumiţi decât atunci când vedem oglindită mulţumirea în feţele celor ce au ostenit pentru întemeierea acestui aşezământ şi poartă grijă de el."

A consemnat dr. ing. Corina Simion (IFIN-HH) redactor al Curierului de Fizică şi membru simpatizant al Fundaţiei Cultura şi Fizica la Măgurele – aprilie 2012.

Uraniul şi energetica nucleară. Cronologie

1400: Încep exploatările miniere de amploare în Erzgebierge, la granița dintre Saxonia și Boemia.

1516: La Joachymov (Boemia) se descoperă un mineral de culoare neagră, amorf - pechblenda.

1556: Printre mineri se înregistrează primele îmbolnăviri de plămîni și primele decese. Theophrastus Paracelsus descrie cazul acestor îmbolnăviri ca "rău de munte".

1565: La Zűrich (Elveția) apare lucrarea lui C. Gesner: "De omni rerum fossilium genere" în care se face prima mențiune scrisă relativ la pechblendă.

1789: Martin Heinrich Klaproth, farmacist din Berlin, pasionat colecționar de minerale, intră în posesia unei probe de mineral negru din Erz, pe care o analizează chimic, identificând o substanță nedescrisă până atunci. Impresionat de descoperirea celei de a 7-a planete de către William Herschel, în anul 1781, Klaproth crezând că este vorba de un nou element, îl numește "URANIUM". De fapt el izolase oxidul de uraniu și nu metalul pur.

1799: J. de Champeaux descoperă , la Saint-Simphorien-de-Marmagne, primul mineral de uraniu francez: autunitul.

1841: Eugen Melchior Peligot izolează uraniul metalic în laboratoarele de la Conservatoire des Arts et Mètiers din Paris.

1867: Niepce de Saint-Victor descoperă proprietatea azotatului de uraniu de a reduce sărurile de argint, în obscuritate.

1881: Se descoperă gismentele de uraniu din statul Utah, (SUA).

1896: Henri A. Becquerel descoperă radioactivitatea minereurilor de uraniu.

1898: Pierre și Marie Curie descoperă elementele radioactive – poloniul și radiul – pe care le izolează din minereuri de uraniu; ulterior, descoperă și thoriul.

Ernst Rutherford descoperă radioactivitatea alfa și radioactivitatea beta.

André Louis Debièrne descoperă actiniul în pechblendă.

1900: Paul Villard descoperă radiația gama.

1903: Ernst Rutherford și Frederick Soddy explică radioactivitatea prin procese de dezintegrare nucleară.

1904: La spitalul Saint Louis din Paris, doctorii Danlos și Block utilizează sărurile de uraniu în curie-terapia cancerelor cutanate. Armet de Liesle fondează în Franța o uzină de radiu, utilizând autunitul provenit din Portugalia. Se fac exploatări de radiu în Portugalia (2 mg de radiu pe tona de minereu) și în Boemia (150 mg de radiu pe tona de minereu).

1905: Albert Einstein descoperă legea echivalenței dintre masă și energie: $E = mc^2$.

1908: E. Ruth și Hans Wilhelm Geiger construiesc primii contori de radiații.

1911: Ernest Rutherford introduce noțiunea de nucleu atomic și elaborează teoria structurii atomice, după care atomul este constituit dintr-un nucleu central și un înveliș electronic.

1912: Frederick Soddy descoperă legile dezintegrărilor radioactive și izotopii.

1913: L. G. Rowntree și W. A. Baetjer colectează rezultatele a 20 cercetători străini și ajung la concluzia că, din 1038 pacienți tratați cu emanație de radiu, 837 au fost ameliorați.

Se descoperă primul gisment de uraniu în Katanga Superioară.

Francis William Aston realizează prima separare de izotopi stabili ai neonului.

K. Fajans și Frederick Soddy elaborează legea deplasărilor radioactive. Propun conceptul de izotopi.

Se exploatează gismentele din statele Utah și Colorado pentru extracția radiului.

1915: Dr. von Hoffmann înființează "Radium Luminous Materials Company" în statul New Jersey, în care utilizează sute de fete cu vîrste de sub 14 ani, care vopsesc arătătoarele de ceas, lampadarele și crucifixele, cu un amestec de radiu și sulfură de zinc. După 10 ani, datorită iradierilor, încep decesele în masă și compania se închide.

1919: Ernest Rutherford descoperă transmutația artificială (prima reacție nucleară asupra Poloniului-210 (^{210}Po).

Francis William Aston construiește primul spectrometru de masă.

1920: Ernest Rutherford descoperă protonul.

W. D Hawkins, O. Masson și E. Ruth introduc conceptul de particulă atomică neutră.

1921: Se introduce denumirea de neutron.

1922: Belgia începe tratarea minereurilor uranifere din Katanga Superioară.

1931: Se descoperă gismentele de uraniu de la Grand Lac de l'Ours din Canada.

1932: Harold Urey, G. M. Murphy și F. G. Brickwedde descoperă deuteriul (D), izotopul stabil, greu, al hidrogenului, de masă 2. J. Chadwich descoperă neutronul. Acum se cunosc, în fine, componentele fundamentale ale atomului. N. Feather, W. Harkins, D. Gans și H. Newson utilizează neutroni pentru inducerea de transmutații nucleare. Carl David Anderson descoperă pozitronul.

1934: Irène și Frederic Joliot-Curie descoperă primul nuclid artificial: fosforul-30 (30-P) și radioactivitatea artificială. Enrico Fermi, Edoardo Amaldi, Oscar

D'Agostino, Bruno Pontecorvo, Franco Rasseti și Emilio Segrè descoperă creșterea reactivității neutronilor lenți. Ernest Rutherford, Marcus L. E. Oliphant și P. Harteck descoperă tritiul (T), izotopul supragreu și radioactiv al hidrogenului, de masă 3.

1935: A. J. Dempster descoperă uraniul-235 (235-U) cu ajutorul spectrometrului de masă.

1938: Otto Hahn și Fritz Strassman efectuează experiențe ce vor conduce la descoperirea fisiunii nucleare.

1939: Descoperirea lui Otto Hahn și Fritz Strassman interpretată ca fisiune nucleară de către Lise Meitner și Otto Frisch. Niels Bohr informează pe cercetătorii americani asupra fisiunii nucleare. Obținerea confirmării experimentale. Eugene T. Booth, John R. Dunning, Francis G. Slack, W. Jentschke și F. Frank, măsoară energia de fisiune. Van Halban, Frederic Joliot-Curie, Leo Kovarski, H. L. Anderson, Enrico Fermi, H. V. Hanstein, Leo Szilard și W. H. Zinn, confirmă emisia neutronilor de fisiune și că reacția nucleară în lanț este posibilă. E. T. Booth *et al*., pun în evidență emisia de neutroni întîrziați. Frederic Joliot-Curie, H. Halban, Leo Kovarski în Franța și Otto Frisch în Germania, descoperă posibilitatea reacției nucleare în lanț.

1940: În luna iulie, se trimit către Maud Committee – ministerul englez de construcții de avioane, rapoartele "Utilizarea uraniului pentru bombă" și "Utilizarea uraniului ca sursă de energie". Edwin McMillan și Philip H. Abelson, descoperă primele elemente transuraniene.

1941: În luna octombrie, președintele Statelor Unite, Frank D. Roosevelt îi scrie premierului englez Winston Churchill asupra cooperării americano-britanice la construirea bombei atomice. În aceeași lună, directoratul companiei "Tube Alloys" începe să lucreze la proiectul atomic.

1942: În luna iunie, armata americană preia controlul unei părți din proiectul atomic. Președintele Frank D. Roosevelt aprobă planurile pentru extinderea și continuarea programului pentru construcția bombei atomice americane. Frank D. Roosevelt și Winston Churchill hotărăsc transferarea în Statele Unite a tuturor fizicienilor atomiști disponibili. La 17 iunie, Wannevar Bush îi prezintă președintelui Frank D. Roosevelt un raport detaliat în care arată că este posibilă fabricarea unei arme hotărîtoare pentru soarta războiului, cu ajutorul energiei atomice. Aceasta reprezenta o invitație clară de a transforma un program de cercetare științifică într-unul de construire a unei arme, de a pune întregul proiect sub egida armatei. Astfel, se decide înființarea unui nou serviciu de geniu al armatei, căruia i se dă însărcinarea de a dezvolta programul nuclear (Șef: colonelul James C. Marshall). Noul serviciu, care urmează a se ocupa de realizarea armei atomice, va fi numit, pentru început, "Proiectul DSM", devenit mai apoi, simplu, "Proiectul Manhattan". La 2 decembrie, Enrico Fermi *et al.*, inițiază, la Chicago, o reacție nucleară în lanț, controlată, în primul reactor nuclear din lume. La telefon, Arthur Compton, de la Chicago, îi comunică astfel această importantă realizare lui James B. Conant de la Harvard. Compton: "Navigatorul italian a ajuns în Lumea Nouă". Conant: "Și cum l-au primit băștinașii?". Compton: "Cât se poate de amical".

1943: Niels Bohr și Aage Bohr se stabilesc în America. Apar primii cercetători britanici care se alătură Proiectului Manhattan în Statele Unite. La Oak Ridge (SUA), se pune în funcțiune primul reactor nuclear american răcit cu gaz, cu circulație forțată.

1944: În luna mai are loc o întrevedere Bohr-Churchill în problema implicațiilor bombei atomice. În luna august, Niels Bohr înaintează președintelui Roosevelt un "Memorandum asupra implicațiilor bombei atomice și asupra unui posibil control internațional". În luna septembrie se încheie un acord între Roosevelt și Churchill asupra utilizării bombei atomice și asupra viitorului colaborării americano-britanice în domeniul nuclear. Intră în funcțiune primul reactor cu apă grea (CP3), primul reactor cu apă ușoară la Hanford (Anglia) și primul reactor alimentat cu uraniu îmbogățit (WBR), la Los Alamos (SUA).

1945: În luna februarie, la Yalta, Churchill îl informează pe Roosevelt că englezii doresc, după război, un proiect propriu pentru energetica nucleară. În luna martie, Niels Bohr lansează al doilea "Memorandum asupra viitorului energiei nucleare". La 16 iulie, are loc testarea primei bombe atomice americane, la Alamogordo, New Mexico (SUA). Președintele Harry Truman, aflat la Conferința de la Potsdam, este informat asupra reușitei, prin mesajul criptat: "Copiii s-au născut cu bine". La Potsdam, Harry Truman îl informează pe Iosif Stalin asupra unei noi bombe, cu o putere de distrugere ieșită din comun.

Prin Proclamația de la Potsdam, i se cere Japoniei capitularea necondiționată. În caz contrar se va utiliza bomba atomică. În luna august, orașele Hiroshima și Nagasaki sunt distruse de bomba atomică. Japonia capitulează. Se publică Raportul Smith: "Energia atomică în scopuri militare". În luna septembrie, primul reactor de cercetare canadian devine critic. Încep lucrările la reactorul NRX. La 18 octombrie ia ființă Comisariatul de Energie Atomică (CEA) al Franței.

1946: La Los Alamos, New Mexico, intră în funcțiune primul reactor (numit Clementine) alimentat cu plutoniu și operat cu neutroni rapizi.

1948: În luna aprilie au loc teste nucleare americane în atolul Eniwetok. În luna mai, guvernul britanic ia decizia construcției bombei atomice. În luna decembrie, pila nucleară experimentală franceză "ZOE" devine critică.

1949: În luna august are loc testarea primei bombe atomice sovietice.

1950: Se amorsează reactorul nuclear de cercetare de la Brookhaven, Rhode Island (SUA).

1951: Intră în funcțiune primul reactor experimental

american de tip "breeder" (EBR-1), răcit cu metal lichid. La 20 decembrie, în SUA se demonstrează posibilitatea generării de electricitate și căldură de la un reactor nuclear.

1952: În luna aprilie, instalația americană de difuzie gazoasă, destinată separării izotopice a uraniului la concentrații joase, își atinge capacitatea nominală. Începe activitatea de cercetare în domeniul metalelor rare din România prin intermediul societății "SOVROM-CUARȚIT". În luna octombrie se testează, la Woomera (Australia), prima bombă atomică engleză.

1953: Președintele Dwight Eisenhover propune înființarea Agenției Internaționale pentru Energia Atomică (AIEA).

Se stabilește fezabilitatea tehnică a conceptului de reactor nuclear cu apă în fierbere (BWR).

1954: URSS pune în funcțiune, în localitatea Obninsk, primul reactor nuclear. În luna august ia ființă "Agenția britanică de energie atomică" (UKAEA). În luna august are loc, la Geneva, prima Conferință internațională asupra aplicațiilor pașnice ale energiei atomice. În SUA are loc prima transmisie de electricitate de la instalația nucleară NRTS. Intră în funcțiune primul reactor nuclear de putere american, răcit cu sodiu lichid.

1956: În luna octombrie este semnat Statutul AIEA de către reprezentanții a 72 țări. Intră în funcțiune centrala nuclearo-electrică (CNE) de la Calder Hall (Anglia). Intră în funcțiune, la Marcoule (Franța), primul reactor nuclear francez (G-1) cu uraniu natural, CO_2, grafit, și se pune în funcțiune centrala sa electrică. Construirea CNE de la Indian Point (SUA), de 260 MWe, cu reactor de tip PWR. Primul reactor nuclear de putere american, cu apă în fierbere (EBWR) la Argonne.

1957: Primul reactor nuclear moderat și răcit organic (OMRE), Atomic International, (SUA).

1958: Intră în funcțiune reactorul G-2 de la Marcoule și uzina de extracție a plutoniului (UP-1), Franța. În septembrie, are loc la Geneva, a doua Conferință internațională asupra aplicațiilor pașnice ale energiei atomice. La Windscale (Anglia) încep lucrările preliminare la prototipul reactorului nuclear avansat, (AGR).

1959: În luna iulie intră în funcțiune reactorul G-3 de la Marcoule (Franța). "Nautilus", prima navă cu propulsie nucleară.

1963: În luna iunie intră în funcțiune CNE "EDF-1" la Chinon (Franța). În luna august are loc la Geneva a treia Conferință internațională asupra aplicațiilor pașnice ale energiei atomice.

1965: În luna ianuarie, intră în funcțiune uzina de difuzie gazoasă de la Pierrelatte (Franța), destinată separării izotopice a uraniului la concentrații joase. Construirea reactorilor nucleari ce utilizează sărurile topite (MSRE) Oak Ridge (SUA). După desființarea companiei SOVROM-CUARȚIT, activitatea în domeniul metalelor rare din România se reorganizează în "Organizația de expediții geologice" pentru prospecțiuni și explorări geologice.

1967: Se autorizează dezvoltarea instalației de difuzie gazoasă de la Capenhurst (Anglia). Intră în funcțiune uzina de difuzie gazoasă de la Pierrelatte (Franța), destinată îmbogățirii uraniului-235 (235-U), la concentrații foarte înalte. Primul reactor nuclear de putere, răcit cu gaz, de înaltă temperatură (HTGR) Peach Bottom (SUA).

1970: În luna martie, se semnează Acordul de colaborare dintre Anglia, RFG și Olanda, pentru dezvoltarea și exploatarea procedeului de centrifugare pentru îmbogățirea izotopică a uraniului, în vederea construirii și operării instalațiilor de centrifugare de la Almelo (Olanda) și Capenhurst (Anglia).

"Lawrence Livermore Național Laboratory", în cooperare cu firma "Martin Moritta Energy System" din Oak Ridge (SUA), lansează cercetările de fundamentare științifică și tehnologică a procedeului de separare izotopică prin metoda atomică laser (AVLIS – Atomic Vapor Laser Isotope Separation).

1971: În baza Acordului tripartit asupra centrifugării, Compania CENTEC, se stabilește la Bansberg (RFG) pentru a proiecta instalația de centrifugare gazoasă destinată îmbogățirii izotopice a uraniului.

Compania URENCO operează instalația de centrifugare și livrează produși cu uraniu îmbogățit izotopic. În luna septembrie are loc la Geneva a patra Conferință internațională asupra aplicațiilor pașnice ale energiei atomice.

1972: În luna februarie, ia ființă compania EURODIF, în vederea construirii unei uzine de difuzie gazoasă pentru îmbogățirea izotopică a uraniului. Acordul este semnat la Paris, de către organizații publice și private din 6 țări europene. În România, ia ființă "Întreprinderea de metale rare" în locul "Organizației de expediții geologice".

1973: În luna octombrie, companiile CENTEC și URENCO fuzionează.

1974: În luna iunie, 16 țări producătoare de uraniu, creează "Institutul de uraniu", cu sediul la Londra. Scopul acestuia este de a promova dezvoltarea aplicațiilor uraniului în scopuri energetice, de a efectua cercetări asupra necesităților mondiale de uraniu, a resurselor de uraniu și capacităților de producție, de a efectua schimburi de informații relative la uraniu și de a se consulta cu guvernele etc. asupra industriei uraniului.

1975: În România ia ființă instalația "R" de la Feldioara destinată, printre altele, metalelor radioactive (uraniu și toriu), metalelor rare dispersate (molibden, monazit), metalelor grele și dificil de topit (titaniu și zirconiu) și metalelor rare (lanthanide etc.). Cercetările legate de domeniul nuclear au fost efectuate în strînsă legătură cu existența în teritoriu a unor importante zăcăminte de uraniu, localizate în munții Apuseni și Carpații Sudici.

1977: Reuniune URENCO, la care se decide extinderea uzinei de centrifugare de la Almelo (Olanda). La Confe-

rința internațională de la Salzburg (Austria), se prezintă un nou procedeu francez de îmbogățire izotopică a uraniului, numit CHEMEX, bazat pe un schimb chimic. Conferința Institutului internațional de uraniu asupra situației cererii și ofertei de uraniu. La 11 iulie, Administrația Carter anunță construirea în viitorul apropiat a unei uzine de îmbogățire izotopică a uraniului la Portsmouth Ohio (SUA). La 16 august, Japonia anunță construirea, în localitatea Ningyo-Toge, a primei uzine de îmbogățire izotopică a uraniului prin metoda centrifugării. La 12 septembrie, are loc demarajul industrial al uzinei de îmbogățire izotopică a uraniului prin centrifugare, de la Capenhurst (Anglia). În luna octombrie, are loc la Washington, deschiderea Conferinței internaționale asupra evaluării ciclului de combustibil nuclear (INFCE). La 25 octombrie are loc inaugurarea uzinei de îmbogățire izotopică a uraniului prin centrifugare, de la Almelo (Olanda). Africa de Sud încheie un Acord financiar pentru construirea, la Valindaba, a primei uzine de îmbogățire izotopică a uraniului. Orașul Cernavodă este ales pentru construcția primei centrale nuclearo-electrice din România, centrală cu 5 reactoare, destinată a acoperi o treime din nevoile energetice ale țării.

1978: La 18 ianuarie, Olanda încheie un Acord final pentru extinderea uzinei de îmbogățire izotopică a uraniului prin centrifugare, de la Almelo. La 6 februarie, se pune în funcțiune primul grup al uzinei de îmbogățire izotopică a uraniului prin difuzie gazoasă EURODIF, la Tricastin (Franța). Guvernul Africii de Sud decide transformarea uzinei pilot de la Valindaba, într-o unitate productivă. La 25 aprilie, Japonia decide construirea, în districtul Okayama, a unei uzine de conversie a uraniului la hexafluorură de uraniu. La 1 august, guvernul olandez asigură garanții financiare pentru lărgirea capacității de producție a companiei URENCO, în vederea livrării de uraniu îmbogățit Braziliei. La 3 octombrie, se anunță punerea la punct, în URSS, a unui nou procedeu de îmbogățire izotopică a uraniului. La 28 decembrie, la Ningyo-Toge, se termină construcția primei uzine japoneze de îmbogățire izotopică a uraniului prin centrifugare. România semnează cu AECL (Canada) o înțelegere pentru un singur reactor de tip CANDU. În România se construiește o instalație de concentrare a uraniului. Primul modul, numit "R 1", a produs concentrate de uraniu sub formă de diuranat de amoniu (DuA) sau diuranat de sodiu (DuNa).

1979: La 8 februarie, URENCO decide construirea celei de a treia uzine de îmbogățire izotopică a uraniului prin centrifugare, la Gronau (RFG). La 12 februarie, Anglia decide construirea celei de a doua uzine de îmbogățire izotopică a uraniului la Capenhurst. La 13 martie, EURODIF confirmă buna demarare a uzinei de la Tricastin, care a produs deja primele tone de uraniu îmbogățit. La 12 septembrie, intră în funcțiune uzina japoneză de la Ningyo-Toge. La 18 septembrie, Franța și SUA ratifică Acordul de cooperare nucleară relative la procedeul francez de separare izotopică CHEMEX. La 5 octombrie, o comisie franco-sovietică decide, la Moscova, reținerea procedeului CHEMEX ca temă pentru viitoarele întrevederi dintre Comisariatul francez de energie atomică și omologii sovietici. La 6 noiembrie, guvernul statului Australia de Sud decide accelerarea proiectului de construcție a unei uzine de îmbogățire izotopică a uraniului. România obține un împrumut de 1 miliard de dolari SUA pentru proiectul centralei. Încep lucrările pentru amplasamentul primului reactor românesc la Cernavodă.

1980: În luna ianuarie se încheie un Acord de cooperare nucleară între Brazilia și Irak, în probleme de prospecțiuni uranifere și furnizarea de către Brazilia de servicii, printre care și livrarea de uraniu îmbogățit. În luna martie, Guvernul Australian consultă SUA și Franța, precum și partenerii URENCO, pentru un Studiu de fezabilitate a unei uzine de îmbogățire izotopică a uraniului. În luna iunie, Franța livrează Japoniei prima tranșă de uraniu îmbogățit, de la uzina de la Tricastin. În luna decembrie, EURODIF asigură prima livrare de uraniu îmbogățit acționarilor belgieni și spanioli. Capacitatea de producție a uzinei a depășit în acest an 6,1 milioane unități de lucru de separare (6,1 MSWU).

1981: În luna mai, la uzina de la Tricastin se pun în funcțiune primele 15 grupuri ce compun ultima unitate, la scară mare, necesară a atinge capacitatea nominală de producție de 10,8 MSWU/an. Acest ansamblu industrial aparține mai multor țări și este conceput pentru asigurarea alimentării cu combustibil nuclear a peste 100 de centrale nuclearo-electrice, ce folosesc reactori nucleari cu apă ordinară, sub presiune. În luna noiembrie, președintele Ronald Reagan oferă Australiei accesul la tehnologia americană de îmbogățire izotopică a uraniului prin centrifugare.

1982: În luna februarie, uzina pilot de la Ningyo-Toge atinge capacitatea prevăzută, de 50.000 SWU/an. În luna iunie, în Gabon, la Mounuana, intră în funcțiune o nouă uzină de tratare a minereurilor de uraniu. Producția anuală este de 1.500 tone, sub formă de uranat de magneziu. În Elveția, are loc al 8-lea Congres FORATOM cu tema: "Energia nucleară în Europa și în lume". Societatea franceză "Cogema Framatom Combustible" obține autorizația de a construi o uzină de fabricare a combustibilului pe bază de oxid de uraniu slab îmbogățit, pentru reactorii cu apă ordinară, sub presiune. În luna octombrie, Guvernul Australian a reținut pentru construcția unei uzine de îmbogățire izotopică a uraniului, utilizarea tehnologiei bazată pe centrifugare, dezvoltată de consorțiul European URENCO. Dat fiind însă supracapacitățile prezente în industria de îmbogățire, construirea acestei uzine nu pare a se demara prea rapid. În luna noiembrie, între Franța și India s-a semnat un Acord de furnizare a uraniului îmbogățit pentru centrala nuclearo-electrică de la Tarapur. British Nuclear

Fuel Ltd., după 5 ani de cercetări, pune la punct un nou tip de centrifugă, cu o capacitate de producție de 4 ori mai mare decât centrifugile existente. Departamentul de energie (DOE) al SUA stabilește următoarele prețuri pentru îmbogățirea izotopică a uraniului: 138,65 $/SWU (SWU – Separative Work Unit) pentru clientela cu contracte ferme și 149,85 $/SWU pentru solicitările pe termen scurt. DOE (SUA) alege un nou procedeu tehnic de îmbogățire izotopică a uraniului. Primul modul de demonstrație a fost programat să intre în funcțiune în anul 1987. "Royal Navy" aprobă construirea de către British Nuclear Fuel Ltd., a unei noi instalații de îmbogățire izotopică a uraniului, la Capenhurst. Instalația pilot de la Valindaba (Africa de Sud) a produs o cantitate suficientă de combustibil pentru a menține în funcțiune un reactor experimental.

1983: La 10 februarie, uzina EURODIF atinge 70% din capacitatea sa de producție. Ea are o capacitate anuală echivalentă cu 150 milioane tone de petrol. Firma japoneză "Asahi Chemical" inițiază, în insula Kyushu, experiențe la scară pilot, cu o metodă nouă de îmbogățire izotopică a uraniului prin schimb chimic: "Asahi Chemical Exchange Process" (ACEP). Capacitatea de producție a instalației: 2.000 SWU/an. În cadrul Conferinței internaționale asupra ciclului de combustibil de la Geneva, DOE (SUA) raportează construcția unei capacități adiacente instalației de difuzie gazoasă de la Portsmouth (Ohio). Ea va consta dintr-o instalație de centrifugare, cu o capacitate de producție anuală de 2 MSWU/an în anul 1989. S-a prezentat un stand compus din 120 centrifuge de tip SET-3, fiecare având peste 9 metri înălțime și aproximativ 300 mm. diametru. Capacitatea de producție este de 200 SWU/an/centrifugă, de peste 10 ori capacitatea centrifugilor europene. Se studiază și alte tipuri avansate de centrifuge: SET-4, cu o capacitate de producție de 300 SWU/an (cu care s-a obținut deja 280 SWU/an) și SET-5, cu o capacitate de producție situată între 400 – 600 SWU/an. Argentina operează o instalație pilot de difuzie gazoasă, în vecinătatea localității San Carlos de Bariloche, din provincia Rio Negro.

1984: DOE (SUA) aprobă un Contract de servicii de îmbogățire izotopică a uraniului american în uzine de îmbogățire străine, în proporție de 30 % din necesarul intern. Celebrarea la 3 aprilie, în cadrul Sorbonei (Franța) a 50 de ani de la descoperirea radioactivității artificiale. La 10 mai intră în funcțiune reactorul Centrului de cercetări atomice „Bhabha" din Bombay (India) care utilizează drept combustibil uraniul-233, (233-U), produs din thoriu. La 20 mai, La Marcoule (Franța) se oprește definitiv Pila G-3, bazată pe filiera cu uranium natural-grafit-gaz, intrată în funcțiune în anul 1959. India decide lansarea în construcție a 22 reactori nucleari, pînă în anul 2000, dispunând la acea dată de 10.000 MW(e). Federația japoneză a Companiilor de electricitate decide construirea unui Complex la Rakkasho-Mura, ce va cuprinde o uzină de îmbogățire izotopică a uraniului, o uzină de retratare a combustibilului nuclear și un centru de stocare a deșeurilor radioactive. Intrarea în funcțiune este prevăzută pentru anul 1992. Comisariatul pentru Energie Atomică (CEA) din Franța și firma COGEMA semnează cu Corporația de materiale nucleare din Egipt, un Acord de cooperare științifică și tehnică în domeniul geologiei, prospectării și extracției uraniului. La 25 august, naufragiază în largul coastelor Ostende, cargoul francez "Mont-Louis" având la bord 30 containere cu hexafluorură de uraniu, destinată a fi îmbogățită izotopic în Uniunea Sovietică. Șase săptămîni mai tîrziu, încărcătura este recuperată intactă, fără prejudicii asupra supraviețuitorilor și mediului. Firma COGEMA celebrează, la 13 septembrie, 150.000 de ore de funcționare a compresoarelor de la uzina de îmbogățire izotopică înaltă de la Pierrelatte, pusă în funcțiune în anul 1967. La 16 octombrie, Franța și China semnează la Paris, un Acord de cooperare nucleară pînă în anul 1986. Acordul prevede un schimb de informații între cele două țări în domeniul cercetării și dezvoltării reactorilor nucleari, securității acestora, separărilor de izotopi, fuziunii termonucleare controlate și tratării uraniului. COGEMA (Franța) și Belgonucleaire (Belgia) creează la 25 octombrie, "Grupul de interes economic comun, (COMMOX), pentru comercializarea unui nou combustibil nuclear: "MOX". Compus din uraniu și plutoniu reciclat după retratare, acest combustibil este destinat reactorilor cu apă ordinară. COGEMA și Compania japoneză 'Shikoku Electric Power Co." semnează la 13 noiembrie, un Contract prin care firma franceză se angajează să livreze, începînd din anul 1991, timp de 15 ani, uraniu îmbogățit, companiilor japoneze de electricitate. Societățile elvețiene "Kernkraftwerk Leibstadt" și "Kernkraftwerk Gosgen", semnează la 20 noiembrie, un Contract de îmbogățire izotopică a uraniului cu firma COGEMA. Aceasta va furniza acestor societăți uraniu îmbogățit pentru centralele nucleare-electrice de la Leibstadt și Gosgen. În conformitate cu programul nuclear inițial, de asigurare cu combustibil a celor 5 unități nucleare CANDU de la Cernavodă, s-au început lucrările legate de creșterea capacităților de la Feldioara, prin construirea instalației de concentrare "R 2" și a modulelor de purificare "E 2-1" și "E 2-2", cu aceeași capacitate ca și unitățile aflate în funcțiune.

1985: La 9 ianuarie, China își declară intenția de a-și dota infrastructurile de producere a combustibilului nuclear la scară mare, pentru a deveni în scurt timp o țară exportatoare. Japonia își pune în funcțiune, la Fukui, cea de a 28-a centrală nucleare-electrică. Companiile COGEMA, Urangesellschaft și COMUF semnează cu Republica Gabon, o Convenție de asociere pentru cercetarea și exploatarea minereurilor de uraniu din regiunea Sud-Franceville. La 26 februarie, firma "Somair", filiala nigeriană a companiei COGEMA, produce cea de a 20.000 tonă de uraniu, sub formă de concentrat de ura-

niu. La 4 iunie, la Washington, Secretarul de Stat pentru Energie, John Herrington, anunță decizia luată de DOE în favoarea îmbogățirii izotopice a uraniului prin metoda atomică laser (AVLIS). Decizia implică stoparea programelor de cercetare și dezvoltare legate de centrifugare, abandonarea construcției uzinei de îmbogățire prin centrifugare de la Porstmouth și închiderea uneia din uzinele de îmbogățire prin difuzie gazoasă de la Oak Ridge. Companiile de electricitate japoneze, împreună cu guvernul, studiază proiectul adoptării procedeului de îmbogățire izotopică a uraniului prin metoda atomică laser. Compania COGEMA încheie un nou Contract cu Coreea de Sud pentru furnizarea, pe o durată de 10 ani, de servicii de îmbogățire izotopică a uraniului pentru 8 reactori ai companiei "KEPCO". Între 3-5 septembrie, are loc la Londra, a X-a Conferință anuală a Institutului de uraniu. La 14 octombrie, are loc la Paris, cea de a 40-a aniversare a Comisariatului de Energie Atomică (CEA).

1986: La 18 martie, se pune în funcțiune, în SUA, cel de al 100-lea reactor nuclear american: "Perry-1" (BWR; 1.205 MWe). În Japonia, la Nio, se finalizează o unitate experimentală de extracție a uraniului din apa de mare. Producția anuală prevăzută este de 10 kg uraniu. Tot în Japonia, la data de 22 aprilie, Comisia japoneză pentru energia atomică (JAERI) decide intensificarea eforturilor sale pentru punerea la punct a unei metode de îmbogățire izotopică a uraniului prin metoda atomică laser. La 28 aprilie, URSS anunță oficial că la 26 aprilie a avut loc un grav accident la unul din reactoarele de tip RBMK, de 1.000 MWe, de la centrala nuclearo-electrică de la Cernobîl (Ucraina). La 5 mai, în cadrul întîlnirii la vîrf de la Tokyo a șefilor de state și de guvern din cele 7 state industrializate (Canada, SUA, Franța, Marea Britanie, Italia, Japonia și RFG) și reprezentanții Comunității Europene, s-a adoptat o Declarație privind securitatea nucleară. Ea stipulează că fiecare țară angajată într-un program de producere a energiei nucleare își asumă întreaga responsabilitate asupra securității, concepției, construcției, funcționării și întreținerii instalațiilor sale și că este responsabilă de transmiterea rapidă de informații complete și detaliate asupra alertelor și accidentelor nucleare. Cei 7 aprobă și încurajează activitatea Agenției Internaționale pentru Energia Atomică (AIEA) de la Viena în vederea îmbunătățirii cooperării internaționale în domeniul securității instalațiilor nucleare și invită la elaborarea rapidă a unei Convenții internaționale privind schimbul de informații în caz de alertă sau accident nuclear. La 21 mai, are loc la Viena Reuniunea extraordinară a guvernatorilor AIEA, în vederea elaborării unui Proiect de text pentru o Convenție internațională privind informarea și asistența mutuală în caz de accident nuclear. La 4 iunie, uzina pilot de la Nio (Japonia) livrează primul eșantion de uraniu extras din apa de mare. La 14 august, URSS înaintează către AIEA de la Viena un Raport asupra derulării accidentului nuclear de la Cernobîl. În perioada 21-25 august, are loc la AIEA din Viena Reuniunea experților internaționali pentru examinarea Raportului tehnic prezentat de experții sovietici în legătură cu accidentul de la Cernobîl. La 5 septembrie, Agenția britanică pentru energia atomică (UKAEA) și Compania britanică de combustibil nuclear (BNFL) lansează un Program de cercetare și dezvoltare asupra procedeului de îmbogățire izotopică a uraniului prin metoda atomică laser (AVLIS). Obiectivul principal este de a pune la punct un modul preindustrial, de demonstrație, la finele anului 1990. Între 22-29 septembrie, are loc la Viena cea de a 30-a Conferință generală a AIEA, consacrată securității nucleare după accidentul de la Cernobîl. Cu această ocazie, s-a organizat, pentru prima oară de la înființarea Agenției, o Sesiune ministerială extraordinară. Aici au fost aprobate două Proiecte de convenții: una asupra notificării rapide a unui accident nuclear și a doua, asupra asistenței în caz de accident sau de situație de urgență radiologică. La 27 octombrie, a intrat în vigoare Convenția asupra notificării rapide în caz de accident nuclear, emisă în cadrul AIEA și semnată deja de 58 de țări. La 14 noiembrie, are loc Adunarea generală a Națiunilor Unite, în cadrul căreia Directorul general al AIEA, Hanz Blix, a prezentat Bilanțul de activitate al acestei Agenții. În cursul intervenției sale, el a subliniat că, în ciuda accidentului de la Cernobîl, celelalte surse de energie prezintă riscuri incomparabil mai mari decît cea nucleară. La 20 noiembrie, Dr. Raja Rammana (India) face cunoscută existența unui pilot de îmbogățire izotopică a uraniului prin ultracentrifugare, aflat în funcțiune de mai mulți ani, în Centrul de cercetări atomice "BARC" (Bhabha Atomic Research Center) de la Trombay. La Feldioara se construiesc două unități de purificare (E 11 și E 12) pentru procesarea concentratului de uraniu în vederea obținerii pulberii de dioxid de uraniu sinterizabil. Capacitatea de procesare a acestora a putut acoperi integral cantitățile de concentrate de uraniu furnizate de unitatea "R 1".

1987: La 8 ianuarie, are loc la Paris, Reuniunea Consiliului Europei asupra accidentelor nucleare și protecția populației. La 29 ianuarie, Companiile japoneze de electricitate alocă un fond echivalent cu 810 milioane franci francezi, pentru o durată de 5 ani, destinat cercetărilor în domeniul îmbogățirii izotopice a uraniului prin metoda atomică laser. La 3 februarie, CEA din Franța și Institutul federal elvețian de cercetări de la Wűrenlingen, semnează un Acord de cooperare pe o durată de 7 ani, pentru cercetarea și dezvoltarea combustibililor nucleari avansați (cu nitrură de uraniu sau cu nitrură de uraniu-plutoniu), pentru reactorii cu neutroni rapizi. La 19 februarie, Japonia decide înființarea unui Institut de cercetare tehnologică în domeniul îmbogățirii izotopice a uraniului prin metoda atomică laser. La 26 februarie, intră în vigoare Convenția asupra asistenței în caz de accident nuclear sau de situație de urgență radiologică,

adoptată la Conferința generală a AIEA, în septembrie 1986. La 23 martie, se deschid, la Geneva, lucrările Conferinței Națiunilor Unite pentru promovarea cooperării internaționale în domeniul utilizării pașnice a energiei atomice. Companiile COGEMA, Framatome și Uranium Pechiney din Franța se asociază cu grupul american "Babcock-Wilkox" pentru înființarea în SUA a unei întreprinderi comune destinate fabricării și comercializării pe continentul Nord-American, a ansamblurilor de combustibil și a serviciilor asociate (inginerie, stocaj, tratarea deșeurilor de înaltă activitate etc.). La 4 septembrie, președintele Braziliei, Jose Sarney, confirmă construirea, în localitatea Aramar, statul Sao Paulo, a unei uzine pilot de îmbogățire izotopică a uraniului prin centrifugare. Între 5-7 septembrie, a avut loc Reuniunea Comisiei Europene de la Luxembourg, cu tema: "Informarea publicului și mass-mediei asupra protecției sanitare și securității legate de activitățile nucleare". Compania franceză pentru studiul și fabricarea combustibilului atomic,"CERCA" a realizat partea centrală a reactorului japonez "JRR-2" pentru Institutul de cercetări în domeniul energiei atomice (JAERI). Ea constă din 25 elemente combustibile, cu uraniu îmbogățit la 45 % 235-U. La 24 decembrie, ministrul canadian al minelor anunță că participarea străină la Proiectele de extracție a uraniului în țară, poate atinge cota de 49 %, în loc de 33% cît era înainte.

1988: La 30 martie, Senatul american adoptă un Proiect de lege destinat relansării industriei uraniului. El prevede un sistem de taxe care să determine pe cei ce exploatează centralele nuclearo-electrice să-și reducă achizițiile de uraniu din exterior, iar serviciile de îmbogățire izotopică să fie asigurate intern. La 8 aprilie, se inaugurează la Ipero (statul Sao Paolo), în cadrul Centrului de cercetări de la Aramar (Brazilia), o unitate de îmbogățire izotopică a uraniului prin ultracentrifugare. La 25 aprilie, are loc la Ningyo-Toge (Japonia) demarajul primei unități de îmbogățire izotopică a uraniului prin ultracentrifugare "DOP-1" (Demonstration Operational Plant), cu o capacitate anuală de producție de 100.000 SWU. Direcția uzinei EURODIF anunță investirea a un miliard franci în operațiunile de modernizare a uzinei de îmbogățire izotopică "Georges Besse" de la Tricastin. Compania "Industrias Nucleares Brasilenas" înlocuiește compania "Nuclebras" ca responsabilă de Programul nuclear brazilian. Înființarea acestei noi companii are ca scop dezvoltarea programului nuclear, a rentabilității acestuia, datorită exploatării gismentelor de uraniu de la Itataia și Lagos Real și creșterii capacității de retratare (actualmente de 450 tone/an) a uzinei naționale de concentrate de uraniu. La 17 iulie, unitatea „ROMAG PROD" (România) obține prima cantitate de apă grea, produsă la scară industrială. Uzina de apă grea de la Halînga (Turnu Severin) a fost construită între anii 1980 – 1987 și proiectată în două mari etape de dezvoltare: prima etapă, cu 4 linii de fabricație, fiecare cu o capacitate de 90 t D_2O /an; a doua etapă, cu încă 4 linii de fabricație de aceeași capacitate. La etapa 2-a, lucrările au început în anul 1985 și au fost sistate în anul 1990. Capacitatea de producție reală a uzinei este de max. 180 t D_2O/an, deoarece doar la trei linii de fabricație a fost finalizată construcția. Cea de a 4-a are investiția nefinalizată. Menționăm că un reactor CANDU 600 are nevoie pe durata de viață de cca. 710 – 740 t D_2O (500 tone pentru prima încărcătură și cca. 7 – 8 tone/an în cei 30 de ani de exploatare). La 29 septembrie, compania COGEMA își reînoiește Contractele de îmbogățire izotopică a uraniului cu Japonia. Argentina semnează un Acord de cooperare nucleară cu Nigeria. Acest acord va permite exporturi de materiale și servicii (reactori de cercetare, valorificarea minelor de uraniu etc.). Compania "Japan Nuclear Fuel Industries" începe construcția, în localitatea Rokkasho-Mura, a unei uzine de îmbogățire izotopică a uraniului prin ultracentrifugare. Se preconizează a fi operațională în anul 1991. La 15 octombrie, Canada și URSS semnează un Acord de îmbogățire izotopică a uraniului canadian în URSS. La 19 octombrie, fuzionează companiile canadiene "Eldorado Nuclear Ltd." și "Saskatchewan Mining Development Corp." într-o societate nouă: "Canadian Mining Development Corp.," (CAMECO) preconizată a produce 16 % din uraniul mondial, devenind astfel primul producător și exportator de uraniu din lume.

1989: Întreprinderea națională de uraniu "ENU" din Portugalia, se asociază cu grupul "Total", într-un program pe 5 ani, pentru cercetarea uraniului și thoriului în regiunea Castelo Branco. Societatea japoneză "Power Reactor and Nuclear Fuel Development" (PNC) decide intensificarea cercetărilor și dezvoltărilor în domeniul retratării combustibililor iradiați, prin procedee laser. Aceeași societate japoneză (PNC) pune în funcțiune, la 7 februarie, o a doua tranșă de 100.000 SWU, în uzina sa de demonstrație a îmbogățirii izotopice a uraniului prin ultracentrifugare. La 30 martie, se inaugurează primul reactor nuclear de cercetare Algerian, "NUR", conceput și realizat de Argentina. Cu o putere termică de 1 MW, "NUR" va funcționa cu uraniu îmbogățit la 20 % 235-U, fiind destinat producerii de radioizotopi de interes medical, agricol și industrial. Compania "Uranium Pechiney" și CEA din Franța semnează un Acord de cooperare privind dezvoltarea ceramicii tritigene pentru reactorii de fuziune. La 20 iunie, uzina EURODIF, al doilea producător de uraniu îmbogățit din lumea occidentală își sărbătorește a 20-a aniversare. Oficialitățile renane din Westfalia de Nord (RFG) autorizează concernul "URANIT", partenerul german al consorțiului URENCO, pentru extinderea uzinei sale de îmbogățire izotopică a uraniului prin ultracentrifugare, de la Gronau. În perioada 6 – 8 septembrie are loc la Londra, al 14-lea Simpozion internațional al Institutului de uraniu, consacrat bicentenarului uraniului. La 11 octombrie, COGEMA semnează cu compania japoneză de electricitate "Chu-

goku" un Contract de îmbogățire izotopică a uraniului, care să satisfacă necesitățile de combustibil pentru reactorul "Shimane-2", pînă în anul 2000. La 8 decembrie, Banca europeană de investiții (BEI) acordă companiei EURODIF un împrumut de 250 milioane franci, pentru finanțarea parțială a modernizării uzinei de îmbogățire "Georges Besse" de la Tricastin.

1990: În urma scăderii comenzilor și al prețului mondial al uraniului, producătorul canadian "Rio Algom Ltd." anunță, la 26 ianuarie, închiderea, în anul 1991, a trei unități de producție de la Elliot Lake Ontario. La 18 aprilie, societatea japoneză "PNC" oprește definitiv instalația experimentală de îmbogățire izotopică a uraniului, cu o capacitate anuală de producție de 50.000 SWU, situată la Ninyo-Toge. Această instalație a fost pusă în funcțiune în luna septembrie 1979. La 10 mai, se semnează între Coreea de Sud și URSS un Acord pentru furnizarea către Coreea a 390 tone de uraniu îmbogățit, în următorii 10 ani. La 22 mai, se publică în "Journal Officiel", Decretul prin care compania COGEMA este autorizată să construiască, la Marcoule, o uzină de fabricare a creioanelor și ansamblelor combustibile, unitate nucleară de bază, numită "Melox". Această unitate va produce 15 tone/an de combustibil mixt plutoniu - uraniu și va fi deservită de 300 persoane. La aceeași dată, Jean Syrota, președintele COGEMA, a prezentat presei, la Paris, bilanțul societății pe anul 1989. COGEMA a înregistrat un beneficiu net de 1,54 miliarde franci, la o cifră de afaceri de 23,6 miliarde franci. Sectoarele în expansiune cuprind vînzările de combustibil (+ 14 %), retratarea (+ 27 %) și ingineria (+ 12 %). La 23 mai, COGEMA și Framatome confirmă intenția lor de a crea societatea "Melox", cu contribuții egale de capital. "Uranium Pechiney" își oferă opțiunea de a participa la această societate cu o contribuție de 10 %, care, ulterior, ar putea primi și parteneri străini. La 30 mai, Japonia face cunoscută finalizarea construcției pilotului de îmbogățire izotopică a uraniului prin metoda atomică laser, la JAERI, Tokai-Mura. La 10 iulie, Institutul de uraniu din Londra adoptă o poziție favorabilă transferurilor de tehnologie. Decizia face referință directă la articolul IV al Tratatului de neproliferare nucleară, care stipulează că: "Toate părțile participante la Tratat se angajează în a facilita un schimb, cît mai larg posibil, de echipamente, materiale și informații științifice și tehnologice în vederea utilizării energiei atomice în scopuri pașnice și au dreptul de a participa". La 4 septembrie, compania namibiană "Rossing" a făcut cunoscut faptul că va livra companiei franceze de electricitate "EDF", începînd din anul 1995, o cantitate de 4716 tone de oxid de uraniu. Este un contract de aprovizionare pe mai mulți ani, prevăzut de EURATOM. La 5 octombrie, CEA din Franța, semnează cu URSS un Acord de cooperare în domeniul energiei atomice. Obiectivele prioritare ale acordului sînt: îmbunătățirea securității, informarea publicului, avalul ciclului de combustibil nuclear, pregătirea cadrelor și reactorii de viitor. În luna decembrie, o delegație a AIEA de la Viena a vizitat, la cererea părții române, șantierul centralei nuclearo-electrice de la Cernavodă.

1991: La 16 martie, COGEMA își anunță decizia de a închide, pînă în anul 1995, exploatările miniere de uraniu de la Crouzille à Razès Haute-Vienne (Franța). La 25 martie, Franța, RFG, Belgia și Marea Britanie, adoptă o Declarație comună asupra utilizării pașnice a energiei atomice. Această Declarație constituie o etapă importantă în definirea unui consens asupra rolului energiei atomice și asupra politicii energetice în Europa. În perioada 8 - 10 aprilie are loc la Tokyo, a 24-a Conferință organizată de "Japan Atomic Industrial Forum" pe tema: "Energie pentru anii 90: perspectivele energiei atomice". La 27 mai, China semnează cu societatea "Fragema", filială a companiilor COGEMA și Framatome, un Acord de transfer de tehnologie în materie de concepție și fabricație a combustibilului nuclear destinat centralei nuclearo-electrice de la Daya-Bay. În perioada 4 - 6 septembrie are loc la Londra al 16-lea Simpozion internațional al Institutului de uraniu.

În perioada **1987 – 1991** se finalizează construcția și începe operarea primului modul de demonstrație AVLIS, de 1 MSWU, în SUA. În paralel, în această perioadă se desfășoară o intensă activitate tehnico-științifică în Franța, Anglia, Japonia, Rusia, India, Italia, Canada, China. La finele anului, în lume existau în funcțiune 420 de centrale nuclearo-electrice, cu o producție totală de electricitate de 326.611 MW(e), aceasta reprezentînd ~ 17 % din producția mondială.

1992: Din lipsă de noi comenzi, capacitatea unității de concentrare a uraniului "R 1", de la Feldioara, s-a redus substanțial. La fel, în absența mijloacelor financiare, construcția instalației de concentrare "R 2" și a modulelor de purificare "E 2-1" și "E 2-2" a fost stopată într-o stare de realizare medie. Întreaga cantitate de pulbere sinterizabilă produsă a fost destinată primei unități de la Cernavodă. Capacitatea disponibilă a trecut la conservare.

1994: În cursul acestui an s-a testat calitatea dioxidului de uraniu produs la Feldioara, găsindu-se corespunzătoare nivelului impus de combustibilul nuclear de tip CANDU. Cîteva fascicule de combustibil nuclear produse la instalația F.C.N. din Pitești, din pulberea sinterizabilă produsă la Feldioara, în unitatea "E 11" au fost introduse în reactorul nuclear de la Cernavodă. La finele anului, prin Hotărîre de Guvern a fost înființată Agenția Națională pentru Energia Atomică (ANEA) ca Direcție generală în cadrul Ministerului Cercetării și Tehnologiei.

1995: Intră în funcțiune primul reactor al CNE de la Cernavodă.

În perioada **1987- 1995**, la Institutul de tehnologie izotopică și moleculară din Cluj-Napoca, se elaborează o bancă de date fizice și tehnologice relativ la procedeul de separare AVLIS. Ea conține 20 de rapoarte interne.

1998: În perioada 30 sept. – 2 oct. 1998 are loc la București "NUC Info '98" (National Seminar on Information on Peaceful Uses of Nuclear Energy) organizat de MCT, AIEA, ANEA. După reorganizarea fostei "Regii autonome a metalelor rare", începînd din acest an s-au pus bazele "Companiei Naționale de Uraniu – S.A. București" avînd ca obiect de activitate cercetările geologice și tehnologice, explorarea, exploatarea și măcinarea minereurilor de uraniu. În acest an, producția mondială de uraniu a fost de 35.000 t U, în scădere cu 5 % în raport cu anul 1997, iar necesitățile mondiale anuale de uraniu pentru CNE se estimau la ~ 59.600 tone echivalent de uraniu natural. Conform prevederilor, aceste necesități se vor situa și de acum înainte, pînă în anul 2015, între 54.400 și 79,800 tone U.

1999: La 1 ianuarie, resursele recuperabile, la un cost inferior sau egal cu $ 130/kg U se ridicau la 3.950.000 t U. Cele recuperabile, la un cost inferior sau egal cu $ 80/kg U reprezentau un total de ~ 3.000.000 tU, iar cele recuperabile la costuri mai mici sau egale cu $ 40/kg U se cifrau la 1.250.000 t U. În 10 iunie, USEC Inc. anunță suspendarea dezvoltării în continuare a procedeului AVLIS. Ulterior, aceeași decizie se ia și în Franța.

2000: Producția mondială de uraniu în anul 2000 a totalizat 36.112 tone U față de 32.179 t U din anul 1999, deci o creștere de 12%. (Cf. Uranium 2001: Resources, Production and Demand, NEA, OECD 2002, p. 9.)

2002: Producția mondială de uraniu în anul 2002 a totalizat 36.042 tone U, deci practic neschimbată față de cea de 32.179 t U din anul 2000.

2003: Resursele convenționale cunoscute de uraniu se cifrează astfel: resurse la costuri de < USD 80/kg U: ~3.537.000 t U; la costuri < USD 130 /kg U: ~ 4.589.000t U. Resursele identificate la costuri < USD 40/kg U au crescut cu ~ 21% față de anul 2001. Sursele totale nedescoperite se prognozează la ~ 9.794.000 t U, cu o scădere de ~ 2.477.000 tU față de anul 2001, datorită reducerilor raportate de China și Federația Rusă. (Cf. Uranium 2003: Resources, Production and Demand, NEA, OECD 2003, p. 9.) Producția mondială de uraniu în anul 2003 a totalizat 35.492 t U. (Cf. Uranium 2005: Resources, Production and Demand, NEA, OECD 2006, p. 10.)

2004: Puterea instalată netă totală a celor 440 de reactori nucleari conectați la rețeaua electrică se ridică la 366.311 MW(e). Față de anul 2003, aceasta a crescut cu 2,05%. Creșterea anuală mondială în ultimii 10 ani a fost de 0,71%. Producția mondială de uraniu în anul 2004 a totalizat 40.263 t U, ceea ce reprezintă o creștere de ~12 % față de anul 2002 și ceva și mai mare față de anul 2003.

2005: Resursele convenționale cunoscute de uraniu se cifrează astfel: resurse la costuri de < USD 80/kg U: ~3.804.000 t U; la costuri < USD 130 /kg U: ~ 4.743.000t U. Resursele identificate la costuri < USD 40/kg U au crescut cu ~ 13 % față de anul 2003. Sursele totale nedescoperite se prognozează la ~ 10.000.000 t U, cu o creștere ușoară de 25.000 t U față de anul 2003. Puterea instalată netă totală a celor 441 de reactori nucleari conectați la rețeaua electrică se ridică la 368.264 MW(e). Față de anul 2004, aceasta a crescut cu 0,6 %. Creșterea anuală mondială medie în ultimii 10 ani a fost de 0,6 %.

2007: Puterea instalată netă totală a celor 439 de reactori nucleari conectați la rețeaua electrică se ridică la 372.182 MW(e). Față de anul 2006, aceasta a crescut cu 0,9%. Creșterea anuală mondială medie în ultimii 10 ani a fost de 0,7 %.

2008: Producția de uraniu în anul 2008 a totalizat 43.880 tU, cu o creștere de 6%, de la 41.244 tU, produse în anul 2007. (Cf. Uranium 2009: Resources, Production and Demand, NEA, OECD 2009, p. 10.)

Bibliografie

1. The CENTURY OF THE ATOM three part album: records, book, chart, dedicated to the Second Century of the Atom, presented by the UNITED STATES delegation to Fourth International Conference on the Peaceful Uses of Nuclear Energy, Geneve. 1971 (Published in Sept. 1971 by Division of Technical Information, USAEC, Washington, D.C.)
2. URANIUM – Resources, Production and Demand, Ediţiile :1986; 1991; 1995; 1997; 1999; 2001; 2003; 2005; 2007; 2009, OECD Nuclear Energy Agency Paris and IAEA Vienna
3. Istoria energiei nucleare de la origini şi până în prezent, CITON, Bucureşti-Măgurele (Coordonator: M. STIOPOL, Colab.: A PAUNESCU, F. MANOLE)
4. URANIUM AND NUCLEAR ENERGY, VOL. 1 -22, 1976 – 1997, The Uranium Institute, London
5. THE GLOBAL URANIUM MARKET. SUPPLY AND DEMAND 1992 – 2010, The Uranium Institute, London
6. * * * GENIE ATOMIQUE, TOME V, Bibliotheque des Sciences et Techniques Nucleaires, Paris, 1965
7. J. SAUTERON, Les combustibles nucleaires, Hermann, Paris, 1965
8. P. CALDIROLA, R. FIOCCHI, Separazione isotopica dell'uranio, CNEN, Roma, 1967
9. * * * Problemi della separazione isotopica dell'uranio, CNEN Torino, 1968
10. S. Tătaru, Uraniul, Ed. Stiinţifică, Bucureşti, 1968
11. G. VĂSARU, Izotopii stabili, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1968
12. I. MAXIM, Materiale nucleare, Ed. Academiei, Bucureşti, 1969
13. G. VĂSARU, Les Isotopes Stables, CEA-Bib-136, CEN Saclay, Gif-sur-Yvette, France, 1970
14. S. VILLANI, Separazione degli isotopi, CNEN, Roma, 1974
15. * * * Uranium Isotope Separation, Proc. Intl. Conf. London, British Nuclear Energy Society, London, 1976

16. S. VILLANI, Uranium Enrichment, Springer-Verlag, Berlin- Heidelberg, 1979
17. G.T, SEABORG, W.R CORLISS, Omul şi atomul, Ed. Ştiinţifică, Bucureşti, 1974
18. A.M.PETROSIANT, De la cercetările de laborator la industria atomică, Ed. Stiinţifică, Bucureşti, 1973
19. I. URSU, Energia atomică, Ed. Stiinţifică, Bucureşti, 1973
20. I. URSU, Fizica şi tehnologia materialelor nucleare, Ed. Academiei, Bucureşti, 1982
21. G. VĂSARU, Separarea izotopilor uraniului, Raport IIS-U-1, 1971
22. * * * Nuclear Engineering for an Uncertain Future, K. Oshima, Y.Mishima, Y. ANDO, Editors, University of Tokyo Press, 1981
23. A.S.KRASS, P. BOSKMA, B. ELZEN, W.A. SMIT, Uranium Enrichment and Nuclear Weapon Proliferation, SIPRI, Solna, Sweden, Taylor & Francis Ltd., London & NY, 1983
24. * * * Third Workshop Proceedings on Separation Phenomena in Liquids and Gases (SPLG), H.G. WOOD Ed., Charlottesville, Virginia, USA, 1993
25. G. VĂSARU, Uraniul şi energetica nucleară, Ştiinţa modernă şi energia, Priorităţi în domeniul energiei, p. 104 – 144, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1984
26. G.VĂSARU, Teoria cascadelor de separare izotopică, St. Cerc. Fiz., Tom 36, nr. 10, p. 890 – 958, Bucureşti, 1984
27. G. VĂSARU, De la uraniul natural la hexafluorura de uraniu, St. Cerc. Fiz., Tom 38, nr. 3, p. 250 – 277, Bucureşti, 1986
28. G. VĂSARU, Reactorul nuclear CANDU-PWR 600, St. Cerc. Fiz., Tom 43, nr. 7-8, 423 – 461, Bucureşti, 1991
29. * * * Proc, Intl. Symposium on Isotope Separation and Chemical Exchange Uranium Enrichment, Oct. 29 – Nov.1, 1990, Y. FUJII, T. ISHIDA, K. TAKEUCHI, Editors, Bull. Res. Lab. for Nuclear Reactors, Special Issue, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 1992.
30. G. VĂSARU, Cicluri de combustibil avansate pentru reactorii de tip CANDU, St. Cerc. Fiz., Tom 44, nr. 4, p 297-314, Bucureşti, 1992
31. * * * Fourth Workshop Proc. on SPLG, C. YING Ed., Tsinghua Univ., Beijing, 1994
32. * * * Fifth Workshop Proc. on SPLG, C. SCHAB, N.A.S. RODRIGUES, H.G. WOOD Editors, Angra dos Reis, Brasil, 1996
33. * * * Sixth Workshop Proc. on SPLG 98, I. YAMAMOTO, Ed., Nagoya Univ., 1998
34. * * * NUC Info '98, National Seminar on Public Information on Peaceful Uses of Nuclear Energy, Proceedings, Vol. 1 and 2, , 30th Sept. – 2nd Oct. 1998, Bucharest, 1998
35. * * * Seventh Workshop Proc. on SPLG, V.D. BORISEVICH, Ed., Moscow State Eng. Physics Institute, Moscow, 2000
36. * * * Eighth Workshop on SPLG Proc. (on CD-ROM), H.G.WOOD Ed.,Oak Ridge Natl. Lab., 2003
37. * * * Nuclear Energy Today, OECD, NEA, Paris, 2003
38. G. VĂSARU, A Database for AVLIS-U Method, J. of Physics, Vol. 48, Suppl. I, p. 449 – 464, Bucharest, 2003
39. * * * The 9th Intl. Workshop on SPLG Proc., S. ZENG Ed., Tsinghua Univ.Beijing, Sept., 2006
40. G. VĂSARU, AVLIS-U Researches and Developments in the World, Proc. of the 9th Intl. Workshop on SPLG, Tsinghua Univ. Beijing, p. 5 – 15, 2006
41. * * * The 10th Intl. Workshop on SPLG Proc., N.A.S. RODRIGUES, Ed., Angra dos Reis, Brazil, August 2008
42. G. VĂSARU, Elemente de energetică nucleară, Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 2009
43. * * * ELECNUC, Les Centrales nucleaires dans le monde, Ediţiile 2002, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, CEA Saclay.

Dr. Gheorghe VĂSARU
g.vasaru@hotmail.com

Emisia dineutronului observată pentru prima dată

Fizicieni din SUA afirmă că au fost martorii, pentru prima dată, emisiei unei perechi de neutroni în dezintegrarea unui nucleu atomic. O astfel de dezintegrare „dineutronică" ar putea lărgi înţelegerea noastră privind forţa puternică, care este responsabilă pentru menţinerea nucleelor unite şi a proceselor care au loc în stelele neutronice. Dezintegrarea nucleară are loc atunci când atomii îşi schimbă forma cu scopul de a deveni mai stabili. Cele mai cunoscute tipuri sunt: dezintegrarea alfa, în care este emis un nucleu de heliu, dezintegrarea beta, în care este emis un electron sau un pozitron şi dezintegrarea gama, în care sunt emise radiaţii gama. În plus, mai există dezintegrări care includ emisia unui singur proton sau un singur neutron. De zeci de ani, a existat un interes deosebit privind formele mai rare de dezintegrare. În 2002 oamenii de ştiinţă au descoperit că fierul-45, care conţine nouă neutroni mai puţin decât cel mai stabil izotop de fier, fierul-54, se dezintegrează cu emisia a doi protoni. De atunci, a existat o oarecare dovadă că doi protoni incluşi într-o astfel de emisie pot fi împerechiaţi într-un „diproton" de viaţă scurtă. Dar acest lucru nu este bine clarificat: sarcina protonilor forţează particulele să rămână separate, astfel că ele nu pot fi uşor identificate împreună. În principiu, observarea unui dineutron ar putea fi mai puţin echivocă, deoarece neutronii nu au sarcină electrică pentru a deteriora datele. Dineutronii au fost observaţi indirect în izotopi de heliu îmbogăţit cu neutroni, cum ar fi heliu-6 şi heliu-8, unde unii neutroni există într-un „halo neutronic" în jurul unui nucleu central. Recent, Artemis Spyrou de la Michigan State University şi colegii consideră că ei au detectat dineutroni în afara unui nucleu, în timpul dezintegrării nucleare. ■

Physics Web

Rubrică îngrijită de Mircea Morariu

Unde radio răsucite

Fizicieni din Italia au arătat că, la fel ca lumina, undele radio pot avea fronturile lor de undă răsucite așa fel că ele iau o formă de tirbușon. Cercetătorii au transmis cu succes fascicole răsucite câteva sute de metri peste laguna din Veneția utilizând o antenă de o formă specială. Ei consideră că astfel de fascicole ar putea spori dramatic capacitatea de informație a comunicațiilor fără fir prin multiplicarea numărului de canale, care pot fi codificate într-un domeniu dat de frecvență. Fizicienii știu de mulți ani că un fascicol de lumină poate fi răsucit, astfel încât frontul său de undă se rotește în jurul direcției sale de propagare sub forma unei spirale. Răsucirea este realizată prin controlarea momentului unghiular orbital al luminii. Această proprietate este asociată cu forma unui front de undă al fascicolului luminos, linia imaginară sau planul care unește punctele unei unde care are aceeași fază. Fenomenul a fost prima dată observat în interiorul cavităților laser și ulterior cercetătorii au obținut rezultate asupra modului cum să acordeze un moment unghiular orbital al fasciculului pentru a crea „pensete optice" care pot mișca obiecte minuscule. Momentul unghiular orbital nu trebuie confundat cu mai familiarul moment unghiular de spin al luminii, care este asociat cu o polarizare a undei sau direcția de oscilație.

Lentile mai performante din bule de grafen

O bulă minusculă de grafen ar putea fi utilizată pentru a realiza o lentilă optică cu o distanță focală ajustabilă. Acest lucru este afirmat de fizicieni din Regatul Unit, care au arătat că curbura unor astfel de bule poate fi controlată prin aplicarea unei tensiuni electrice externe. Dispozitivele bazate pe această descoperire și-ar putea găsi utilizare la sistemele cu focar adaptabil care încearcă să imite modul în care lucrează ochiul uman. Grafenul este o foiță de carbon de doar un atom grosime și are o mulțime de proprietăți mecanice și electronice. Este extrem de elastic și poate fi întins cu până la 20%, ceea ce înseamnă că bulele de diverse forme pot fi "suflate". Acest fapt, combinat cu faptul că grafenul este transparent la lumină și pe deasupra impermeabil la majoritatea lichidelor și gazelor, s-ar putea realiza materiale ideale pentru crearea lentilelor optice cu focar adaptabil. Astfel de lentile sunt întrebuințate la camerele telefoanelor mobile, camere web și ochelari cu autofocar, care sunt uzual realizate din cristale lichide sau fluide. Deși astfel de dispozitive lucrează bine, ele sunt relativ dificil și scump de realizat. În principiu, optica adaptivă bazată pe grafen ar putea fi fabricată utilizând metode mult mai simple decât acelea folosite pentru dispozitivele existente. Ele ar putea deveni mai ieftin de produs, dacă procesele la scară industrială pentru a obține dispozitivele cu grafen devin accesibile.

Structura internă a antihidrogenului examinată pentru prima dată

Un grup internațional de fizicieni din cadrul experimentului ALPHA de la CERN au realizat primele măsurători de spectroscopie ale unui atom de antimaterie. Lucrarea constituie un pas important spre înțelegerea de ce Universul conține mai multă materie decât antimaterie. Antihidrogen, o stare de legătură atomică a unui pozitron și antiproton, a fost pentru prima dată produs la CERN spre sfârșitul anului 1995. În următorii doi ani, fizicienii care lucrează la experimentul ALPHA au progresat în privința înțelegerii noastre a antimateriei, fiind primii care au captat și stocat antiatomi pentru un timp destul de lung pentru a-i examina în detaliu. Cercetătorii au captat un total de 38 atomi de antihidrogen pentru circa o cincime de secundă în 2009 și ulterior au perfectat aparatura și tehnica lor pentru a capta un total de 309 atomi de antihidrogen în 2010. Recent, același grup a arătat pentru prima dată că este posibil să se examineze structura internă a unui atom de antihidrogen, raportând prima măsurătoare de încercare a spectrului antihidrogenului. Analiza spectrelor de antimaterie este esențială pentru înțelegerea structurii sale și pentru a determina exact modul în care diferă de materia ordinară.

LED care convertește căldura în lumină

Cercetători din SUA au dezvăluit realizarea unui LED care emite mai multă energie luminoasă decât consumă sub formă de energie electrică. Dispozitivul, care are o eficiență convențională care depășește 200%, se comportă ca un fel de pompă de căldură optică care convertește vibrațiile de rețea în fotoni infraroșii, răcind ambianța sa în acest proces. Posibilitatea unui astfel de dispozitiv a fost pentru prima dată prezisă în 1957, dar o versiune practică s-a dovedit a fi imposibil de realizat până în prezent. Aplicațiile potențiale ale fenomenului includ lumina energetic eficientă și refrigeratoarele criogenice. Energia fotonilor emiși de către un LED este dictată de banda interzisă a semiconductorului utilizat, adică energia necesară pentru a realiza perechea electron-gaură. Când un electron și o gaură se recombină într-un proces radiativ, un foton preia energia în exces. Tensiunea de-a lungul LED-ului creează perechi electron-gaură, dar valoarea sa nu afectează energia fotonului, deoarece banda interzisă a semiconductorului constituie o caracteristică permanentă a materialului. În orice caz, este posibil ca fotonii emiși individual să aibă energii care sunt diferite comparativ cu banda interzisă. Marea majoritate a recombinărilor electron-gaură rezultă de fapt în producerea căldurii, care este absorbită de către semiconductor sub forma vibrațiilor de rețea cuantificate numite fononi. Aceste vibrații creează un rezervor de căldură care poate apoi mări energia fotonilor produși prin recombinarea radiativă. În 1957 Jan Tauc de la Institute of Technical Physics din Praga a arătat că, deoarece acest lucru a prevăzut existența unui mecanism pentru ca radiația să îndepărteze căldura din rețeaua semiconductorului, n-a existat nici un fel de barieră, în principiu, ca un

LED să fie mai mult decât 100% eficient, în care caz el ar putea de fapt să răcească ambianța sa.

„Baterie" pe bază de grafen

Cercetători de la Hong Kong Polytechnic University afirmă că au inventat un nou tip de „baterie" pe bază de grafen, care funcționează exclusiv utilizând căldura ambiantă. Dispozitivul captează energia termică a ionilor dintr-o soluție și o convertește în electricitate. Rezultatele sunt în proces de a fi revizuite, dar dacă se vor confirma, un astfel de dispozitiv și-ar putea găsi utilizări într-un domeniu larg de aplicații, incluzând alimentarea organelor artificiale de la căldura corporală, generarea energiei regenerabile și alimentarea electronicii. Ionii în soluție apoasă se mișcă cu viteze de sute de metri pe secundă la temperatura camerei și presiune normală. Energia termică a acestor ioni poate atinge câțiva kilojouli pe kilogram și pe grad. Până în prezent s-a realizat puțin asupra modului în care se poate capta această energie și apoi să produci putere din ea. Zihan Xu și colegii săi au realizat această baterie atașând electrozi de argint și aur la o bandă de grafen. În experimentul lor, cercetătorii au arătat că șase astfel de dispozitive plasate în serie într-o soluție de ioni de clorură de cupru ar putea produce o tensiune peste 2 V. Aceasta este suficientă pentru a comanda o diodă comercială care emite lumină roșie. Conform cercetătorilor, bateria lucrează aproape la fel ca o celulă solară. Ionii de cupru (Cu^{2+}) se ciocnesc încontinuu cu banda de grafen din baterie. Această ciocnire este suficient de energetică pentru a disloca un electron din grafen. Acest electron poate apoi fie să se combine cu un ion de cupru, fie să călătorească prin banda de grafen și în circuit.

Ștergerea datelor costă energie

Pentru prima dată fizicienii au măsurat cantitatea minusculă de căldură degajată atunci când este șters un bit individual de date. Deși valoarea a fost pentru prima dată prezisă încă acum mai bine de 50 de ani, ea este așa de mică, încât a fost imposibil pînă în prezent să fie măsurată. Experimentul, care a inclus captarea unei minuscule mărgele într-un perete dublu creat de către un laser și urmărind mișcarea sa în timp ce se lovește ușor între pereți, pune în evidență o limită inferioară asupra energiei disipate de către circuitele logice, care ar putea afecta proiectul viitoarelor dispozitive electronice. De zeci de ani fizicienii și informaticienii au făcut legături între termodinamică și teoria informației. În 1961 fizicianul german-american Rolf Landauer a dedus că ștergerea ireversibilă a informației include disiparea de căldură. „Principiul lui Landauer", așa cum este cunoscut, se aplică la procesele de calcul în care numărul de biți de informație descrește pe măsură ce calculul progresează – ceva care are loc în toate calculatoarele convenționale. Ceea ce s-a petrecut în mod esențial este că entropia bitului s-a redus. Și deoarece bitul și ambianța sa sunt entități fizice care se supun legilor termodinamicii, această entropie trebuie să fie transferată de la bit la ambianța sa sub formă de căldură. Propriu-zis, conform teoriei lui Landauer, o cantitate minimă de căldură, grosier 10^{-21} J pe bit șters, trebuie să fie disipată când informația este distrusă. Din nefericire, fizicienii s-au zbătut mult ca să verifice această prezicere, deoarece 10^{-21} J pe bit șters este mai mică de o miime din energia electrică disipată atunci când un dispozitiv modern cu siliciu este resetat.

Prima comunicație bazată pe neutrino

Prima transmisie de informație utilizând un fascicol de neutrini a fost realizată de către fizicieni din SUA. Demonstrația este cu totul preliminară, operând la mai puțin de 1 bit/s, și va necesita încă multe eforturi înainte de a avea vreo aplicație practică. Radiația electromagnetică, în special la lungimi de undă în vizibil, microunde și radio, este purtătorul actual al transmiterii informației. Ea este ușor de transmis, ușor de detectat și poate transporta foarte multă informație. Cu toate acestea, există unele situații unde ea nu lucrează foarte bine. Un exemplu este dat de transmiterea informației la submarinele nucleare, care pot rămâne sub apă aproape un timp nedefinit. Problema este că apa mării este opacă la radiația electromagnetică la lungimi de undă destul de scurte pentru a transmite informație cu viteză adecvată. În acest caz, submarinele trebuie să scoată o antenă la suprafață, ceea ce restricționează viteza și adâncimea lor, făcându-le de a fi mai ușor detectate.

Grafen artificial

Cercetători din SUA au creat primele probe artificiale de grafen cu proprietăți electronice, care pot fi controlate într-un mod ce nu este posibil pentru forma naturală a materialului. Probele pot fi utilizate pentru a studia proprietățile așa-numiților fermioni Dirac, care dau grafenului multe dintre proprietățile sale electronice unice. Rezultatul poate, de asemenea, conduce la crearea unei noi generații de materiale cuantice și dispozitive cu o comportare exotică. Grafenul este un strat singular de atomi de carbon organizat într-o rețea fagure de miere. Fizicienii știu că particulele, cum ar fi electronii, se mișcă printr-o astfel de structură comportându-se ca și cum nu au masă și călătoresc prin material cu viteze apropiate de viteza luminii. Aceste particule sunt numite fermioni Dirac fără masă și comportarea lor ar putea fi exploatată într-o mulțime de aplicații, incluzând tranzistorii care sunt mai rapizi decât orice altceva ce există la ora actuală. Noul grafen „molecular", așa cum a fost poreclit, este similar grafenului natural exceptând faptul că proprietățile sale fundamentale pot fi manipulate mult mai ușor.

Supercondensatori cu grafen

O tehnică de rutină de scriere cu laser a fost utilizată pentru a crea straturi de grafen pe suprafața unui DVD. Rezultatul a fost obținut de către cercetători din SUA, care au unit împreună straturi pentru a realiza condensatori electrochimici (sau supercondensatori). Dispozitivul poate stoca tot atât de multă energie ca și o baterie convențională, dar poate fi încărcat de 100 până la 1000 de ori mai repede. Conform cercetătorilor, condensatorii sunt complet flexibili și robuști, ceea ce îi face ideali pentru sistemele de stocare de energie pentru electronica flexibilă și mobilă.

Condensatorii electrochimici, cunoscuți și sub denumirea de supercondensatori sau condensatori electrici cu dublu strat, pot stoca mult mai multă sarcină electrică decât condensatorii standard. Acest lucru este dat de dublul strat format la interfața electrolit-electrod atunci când se aplică tensiune dispozitivului. Deși cu promițătoare materiale de stocare a energiei, supercondensatorii încă rămân în urma bateriilor tradiționale în ceea ce privește densitățile de energie: 4-5 Wh/kg și respectiv 10-150 WH/kg. Totuși, ei au un ciclu de viață mai lung decât bateriile și pot livra cantități mari de energie mult mai rapid. Recent, un grup de cercetare condus de Richard Kaner și Maher El-Kady de la Universitatea din California, Los Angeles, afirmă că au dezvoltat un dispozitiv bazat pe grafen care combină performanța de putere a condensatorilor cu densitatea mare de energie a bateriilor. Cercetătorii au venit cu un nou proces care include îmbrăcarea unui DVD ordinar cu un film de oxid de grafit suportat pe un strat de plastic.

Tranzistori cu grafen

Fizicieni din Regatul Unit au descoperit o cale de a depăși o barieră majoră care blochează utilizarea grafenului în dispozitivele electronice – cum să prevină scurgerea curentului printr-un dispozitiv cînd el este întrerupt. Grafenul este un strat de carbon de grosimea unui atom și are unele proprietăți electronice și mecanice unice, ceea ce înseamnă că ar putea fi utilizat în dispozitivele electronice, cel puțin în principiu. Există încă multe provocări ce trebuie depășite înainte ca aplicațiile comerciale să fie posibile. Grafenul este un conductor electric extrem de bun, dar conductivitatea sa extremă constituie, de asemenea, o problemă deoarece dispozitivele realizate din acest material rămân conductoare chiar și după întreruperea curentului. Acest lucru nu numai că irosește puterea, dar și face ca astfel de dispozitive să nu poată fi asamblate pe cipuri de calculator, deoarece curentul electric circulă prin grafen și ar putea topi imediat cipurile. Grafenul este un semiconductor, dar spre deosebire de materialele familiare, cum ar fi siliciul, grafenul nu are o bandă interzisă de energie între benzile de valență și conducție. O astfel de bandă interzisă permite unui semiconductor să pornească și să întrerupă fluxul de electroni. Cercetătorii au propus diverse scheme pentru a depăși această problemă, de exemplu utilizând panglici la scară nanometrică sau doturi cuantice sau grafen modificat chimic pentru a-l face semiconductor. Deși ambele scheme lucrează în principiu, deschiderea unei benzi interzise în grafen, în acest mod, deteriorează materialul încât dispozitivele finale nu mai arată nici transport balistic, nici mobilități electronice mari. Recent, Leonid Ponomarenko și colegii de la Universitatea din Manchester au făcut un pas înainte spre depășirea acestei probleme realizând un nou tip de tranzistor din grafen care conține straturi de nitrură de bor sau disulfură de molibden așezate în sandviș între păturile de grafen. Straturile acționează ca bariere de tunelare care minimalizează scurgerea curentului, chiar și la temperatura camerei.

O nouă tehnică de lumină încetinită

Un fenomen fizic care este larg utilizat pentru a încetini şi stoca pulsuri de lumină în nori de atomi a fost observat pentru prima dată într-un sistem de nivele energetice nucleare. Descoperirea a fost făcută de către un grup de fizicieni din Germania, care a dovedit existența fenomenului, cunoscut ca transparență indusă electromagnetic, pe măsură ce razele X trec prin straturi de fier la scară nanometrică. Cercetătorii consideră că metoda lor, care este, de asemenea, prima realizare a transparenței induse electromagnetic utilizând doar două nivele energetice în loc de trei, ar putea conduce la dezvoltarea dispozitivelor pentru controlarea razelor X, care în mod curent este greu de făcut. Transparența indusă electromagnetic are loc în medii speciale, care nu transmit în mod obișnuit lumina, la o anumită lungime de undă, dar care pot fi făcute transparente aplicând un fascicol de lumină secundar „de control" la o lungime de undă ușor diferită. Dacă acest fascicol de control poate fi deschis sau închis la un timp bine stabilit, transparența indusă electromagnetic poate fi utilizată pentru a încetini un puls de lumină, astfel că el este efectiv stocat în mediul dat pentru o secundă sau mai mult. Transparența indusă electromagnetic cere ca atomii din interiorul mediului să aibă o configurație specifică de trei nivele energetice în care tranzițiile între o pereche specifică de nivele sunt interzise. În timp ce astfel de configurații de trei nivele pot fi întâlnite în multe sisteme atomice, ele nu sunt așa disponibile în sisteme nucleare. Pentru a învinge această problemă, Ralf Röhlsberger și colegii de la laboratorul DESY din Hamburg, au născocit un mod de a realiza un sistem nuclear cu două nivele care se comportă la fel ca un sistem cu trei nivele potrivit pentru transparența indusă electromagnetic. Cercetătorii speră, de asemenea, ca tehnici similare să poată fi aplicate la alte sisteme de două nivele, cum ar fi doturile cuantice.

Neutrinii confirmă fuziunea stelară

Neutrinii captați sub un munte din centrul Italiei au adus prima dovadă directă a reacției nucleare care este inclusă în conversia hidrogenului în heliu în interiorul Soarelui. Observarea a fost făcută în cadrul colaborării Borexino, care speră ca următoarea captură să fie a neutrinilor încă nedetectați de la reacțiile de fuziune care au loc în stelele mai grele decât Soarele nostru. Majoritatea căldurii solare este generată de reacțiile de fuziune care formează așa numitul "ciclu proton-proton". Acesta include fuziunea a două nuclee de hidrogen (protoni) pentru a forma hidrogen greu, fuziune cu un al treilea nucleu de hidrogen pentru a forma heliu-3 şi apoi, pe diverse căi, crearea heliului-4 extrem de stabil. Fizicienii pot învăța multe despre acest ciclu interceptând neutrinii care sunt produşi în multe dintre reacțiile constituente. De fapt, măsurând fluxurile acestor particule, ei pot obține informații nu atât despre structura şi dinamica Soarelui, ci despre proprietățile neutrinilor înşişi. Majoritatea detectoarelor de neutrini este sensibilă la neutrinii solari cu energia cea mai mare, care au energii între 5-18 MeV, dar cum cei mai mulți

neutrini solari au energii sub 5 MeV colaborarea Borexino s-a adaptat acestor particule.

Mărirea eficienței celulelor solare

Cercetători din SUA au raportat un nou mod de creştere a cantității de lumină absorbite de materiale cu film subțire pentru celule solare. Noua tehnică se bizuie pe modurile în care lumina devine captată în interiorul păturilor miniaturale realizate din siliciu. Rezultatul se crede că ar conduce la fotovoltaje mai eficiente. Siliciul nanocristalin ar putea fi ideal pentru realizarea dispozitivelor fotovoltaice, deoarece el este un conductor excelent de electricitate şi poate rezista agresiunii luminii solare fără a suferi vreo deteriorare. Oricum, există o problemă: siliciul nu absoarbe eficient lumina. Trebuie să fie realizați laseri ai materialului, pentru a creşte cantitatea de lumină absorbită, un proces care este atât consumator de timp, cât şi foarte scump. Recent, Yi Cui şi colegii de la Universitatea Stanford au arătat că nanopăturile realizate din siliciu ar putea oferi o cale mai rapidă şi mai ieftină pentru fabricarea celulelor solare. Cavitatea din interiorul unei astfel de structuri confinează lumina într-un mod special, prin care lumina orbitează în jurul marginii cavității la frecvențe de rezonanță precise, ca rezultat al reflexiei interne totale. Astfel lumina mai degrabă este păstrată în material decît este absorbită.

Nanorobot ADN

Cercetători din SUA au descoperit un nou dispozitiv nanorobotic bazat pe proprietatea ADN-ului de a putea transporta o încărcătură, cum ar fi medicamentele, spre celulele biologice individuale. Tehnologia ar putea, într-o zi, să fie utilizată pentru tratarea diverselor boli prin programarea directă a răspunsului imun al celulelor. Nanorobotul, descoperit de către Shawn Douglas şi colegii de la Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering at Harvard University, SUA, este de forma unui butoiaş hexagonal de ADN cu "balamale" care poate fi deschis şi închis. Dispozitivul măsoară 35 x 35 x 45 nm şi poate lua diferite tipuri de încărcături în interiorul său, de exemplu, nanoparticule metalice. El este ținut închis de către două "încuietori" care sunt codate cu aptameri, moleculele receptoare de acid nucleic artificial care sunt ataşate la molecule țintă specifice, cum ar fi antigenele, şi pot fi deschise la fel ca o carapace de stridie, când interacționează cu o combinație corectă a "cheilor" antigenei. Aceste chei pot fi proteine de pe suprafețele celulare şi pot fi făcute să includă markeri specifici ai bolii.

Axionii pot rezolva problema litiului

De mai bine de zece ani, oamenii de ştiință sunt conştienți că teoria utilizată pentru a explica modul în care elementele uşoare sunt create, supraestimează cantitatea totală de litiu în Univers. În prezent, fizicieni din SUA consideră că răspunsul la aşa-numita problemă a litiului ar putea fi dat de o particulă ipotetică cunoscută ca axion, deşi mulți nu sunt încă convinşi. Teoria este numită nucleosinteza Big Bang şi descrie un stadiu timpuriu în evoluția Universului când, la temperaturile de mii de grade, protonii şi neutronii au început să se asambleze în nuclee atomice şi să formeze primele elemente uşoare: deuteriu, împreună cu izotopii heliului şi litiului. Pe măsură ce temperaturile au scăzut, nucleosinteza s-a restrâns şi eventual electronii au început să se ataşeze la nuclee în timpul unei perioade numită recombinare. În acest moment, fotonii au oprit împrăştierea particulelor încărcate şi Universul a devenit transparent. Cosmologii cunosc acest lucru, deoarece au detectat fondul cosmic de microunde, care este o obscuritate a radiației pretutindeni în Univers a cărui temperatură derivă din cea a împrăştierii fotonice ultime. Din fluctuațiile fondului cosmic de microunde, cosmologii pot calcula raportul barioni-fotoni. Barionii includ protonii şi neutronii care constituie materia de fiecare zi. Raportul barion-foton este cel care prezice abundența primelor elemente uşoare. Dar pentru litiu-7, prezicerea apare a fi de circa trei ori mai mare decât cantitatea observată.

Compozite pe bază de grafen ar putea răci electronica

Cercetători de la Universitatea California din Riverside, SUA, afirmă că au descoperit un nou "material termic de interfață" care ar putea înlătura eficient căldura nedorită a componentelor electronice, cum ar fi cipurile calculatoarelor sau diodele emițătoare de lumină. Materialul este un compozit de grafen cu grafen multistrat. Căldura nedorită este o mare problemă în sistemele electronice moderne care sunt bazate pe circuite convenționale cu siliciu, iar problema se înrăutățeşte, deoarece dispozitivele devin tot mai mici şi mai sofisticate. Materialele termice de interfață sunt poziționate între o sursă de căldură, de exemplu cipul calculatorului, şi un eliminator de căldură şi joacă un rol crucial în răcirea dispozitivelor. Materialele termice de interfață convenționale sunt în general umplute cu particule metalice care conduc termic şi au conductivitate termică în domeniul 1-5$Wm^{-1}K^{-1}$ la temperatura camerei. Pentru a atinge astfel de conductivități este uzual necesară o fracțiune volumică mare (mai mult de 50%) de particule de umplutură.

Legea lui Ohm rămâne valabilă la scară atomică

O nouă tehnică privind încastrarea firelor la scară atomică în interiorul cristalelor de siliciu a dezvăluit că legea lui Ohm rămâne valabilă pentru fire de dimensiunea a patru atomi grosime şi un atom lungime. Rezultatul constituie o surpriză, deoarece logica sugerează că efectele cuantice ar putea cauza abateri mari de la legea lui Ohm pentru astfel de fire minuscule. Paradoxal, cercetătorii speră că descoperirea să fie de folos la dezvoltarea calculatoarelor cuantice. Pentru a investiga conducția la scară atomică, Michelle Simmons, Bent Weber şi colegii de la University of New South Wales din Australia au inițiat o metodă de utilizare a atomilor de fosfor pentru încastrarea atomică a unor regiuni de conducție subțiri din interiorul unui cristal de siliciu mai mare. Fosforul are un electron în plus în învelişul său exterior față de siliciu şi dacă un atom de siliciu este înlocuit cu un atom de fosfor (procesul este numit dopare n), el donează un electron liber cristalului,

crescând astfel conductivitatea regiunii dopate. Rezultatul constă într-un lănțișor de atomi de fosfor încastrat în interiorul cristalului de siliciu, adică efectiv un fir atomic. Grupul de cercetare a constatat că rezistivitatea acestor fire a fost constantă chiar şi pentru cele la scară atomică. Acest lucru înseamnă că rezistența unui astfel de fir este proporțională cu lungimea sa şi invers proporțională cu aria sa, exact cum este de aşteptat în cazul legii lui Ohm.

Microcapsule care se rostogolesc repară suprafețele defectate

Cercetători din SUA au pus la punct o nouă tehnică prin care se repară defectele de dimensiuni nanometrice, utilizând microcapsule pe bază de ulei, umplute cu o soluție de nanoparticule. Microcapsulele se rostogolesc sau alunecă pe o suprafață şi se opresc pentru a repara orice fel de fisuri sau imperfecțiuni pe care le întâlnesc prin eliberarea încărcăturii lor de nanoparticule din interiorul lor. Apoi ele se mişcă spre următorul defect. Tehnica poate avea numeroase aplicații practice în industrie şi cercetare, din cauză că evită necesitatea acoperirii unei întregi suprafețe, când doar o mică parte a ei a fost deteriorată. Tehnica a fost pusă la punct de către două grupuri care au lucrat în colaborare, unul condus de Todd Emrick de la Universitatea Massachusetts şi celălalt de Anna Balazs de la Universitatea din Pittsburgh. Utilizând un polimer tensioactiv care stabilizează picăturile de ulei în apă, cercetătorii au încapsulat nanoparticule de cadmiu-seleniură în aşa fel încât particulele pot fi eliberate la dorință. Acest lucru este posibil deoarece pereții capsulelor sunt foarte subțiri – cam de aceeaşi dimensiune ca şi diametrul nanoparticulelor înseşi. Cercetătorii au constatat apoi că aceste capsule se rostogolesc sau alunecă peste substraturile defectate şi depun selectiv conținutul lor de nanoparticule în regiunile cu imperfecțiuni sau fisurate datorită interacțiunilor hidrofobic-hidrofobic dintre o nanoparticulă şi suprafața fisurată. Cadmiu-seleniura este fluorescentă, ceea ce înseamnă că nanoparticulele pot fi urmărite uşor utilizînd un microscop optic.

Lansarea "nano-urechii"

Fizicieni din Germania au descoperit prima "nano-ureche" capabilă să detecteze sunetul la scale de lungimi microscopice cu o sensibilitate care este cu şase ordine de mărime sub pragul audibilității umane. Dispozitivul se bazează pe o nanoparticulă de aur captată optic şi realizatorii afirmă că ar putea fi utilizată pentru "a asculta" microorganismele biologice, dar şi pentru a investiga mişcarea şi vibrațiile din micromaşini. Particulele pot fi captate în "pensete optice", care sunt formate cînd lumina laserului este focalizată într-un punct din spațiu. Este indus un moment de dipol electric în particulă şi el este îndreptat spre partea cea mai intensă a câmpului electric al laserului. Tehnica a fost descoperită în anii 1980 şi este utilizată curent în laboratoarele din întreaga lume. Este utilizată în special pentru manipularea obiectelor biologice, deoarece câmpul optic folosit pentru a realiza captarea este nondistructiv. Recent, un grup condus de către Jochen Feldmann şi Andrey Lutich de la Universitatea Ludwig-Maximilians din München au arătat că o particulă din interiorul unei trape optice poate fi utilizată, de asemenea ca un detector de sunet extrem de sensibil şi minuscul. Cercetătorii au descoperit că particula captată poate fi făcută să se mişte din poziția de echilibru de către vibrațiile provenite de la unde aproape sonore. Frecvența sunetului poate fi apoi calculată analizând cât de mult a fost deplasată particula.

Mănunchiuri de nanotuburi pentru creşterea voltajului celulelor solare

Cercetători de la Laboratorul Național Los Alamos din SUA afirmă că celulele solare din filme subțiri ar putea fi mai eficiente prin adăugarea de mănunchiuri de nanotuburi de carbon. Ei au arătat că mănunchiurile pot fi utilizate pentru a face doi paşi importanți spre generarea curentului electric. Este pentru prima dată când acest lucru a fost demonstrat într-un singur material fotovoltaic din filme subțiri. Materialele fotovoltaice din filme subțiri sunt superioare materialelor pentru celule solare convenționale, ca de exemplu siliciu, deoarece sunt mai ieftin de realizat, mai uşoare şi mai flexibile. Ele lucrează prin absorbția fotonilor din lumina solară şi convertirea lor în perechi electron-gaură, cunoscute ca "excitoni". Apoi, pentru a genera curent electric, un electron şi o gaură trebuie să fie separați rapid, înainte ca cele două particule să revină înapoi împreună şi să fie reabsorbiți în material. În celulele solare existente, aceşti excitoni sunt uzual reabsorbiți foarte repede, conducând la eficiențe coborâte. Jared Crochet şi colegii consideră că acest proces de separare din interiorul celulelor solare pe bază de filme subțiri poate fi facilitat prin adăugarea mănunchiurilor de nanotuburi de carbon semiconductoare. Cercetătorii au descoperit că în timp ce nanotuburile individuale nu prea sunt eficiente, eficiența poate fi mărită dacă nanotuburile sunt legate împreună în mănunchiuri, în grupuri care posedă aceeaşi chiralitate. Această proprietate descrie direcția în care straturile de grafen au fost rulate pentru a forma tubul – de la stânga la dreapta sau de la dreapta la stânga.

Ioni de calciu simulează lumea cuantică

Fizicieni din Austria au construit primul "simulator cuantic" digital bazat pe ioni captați. Sistemul, dezvoltat de către Ben Lanyon şi colegii de la Universitatea din Innsbruck, comprimă un număr de ioni de calciu captați care sunt manipulați utilizând secvențe de pulsuri laser. Grupul a utilizat sistemul pentru a simula evoluția în timp a diferitelor sisteme de multiparticule. Un simulator cuantic utilizează un sistem cuantic pentru a simula comportarea unui alt sistem, mai puțin accesibil. De exemplu, prin manipularea îngrijită a luminii laser şi a câmpurilor magnetice captând atomi ultrareci, cercetătorii pot controla interacțiunile dintre atomi, şi deci simulează interacțiunile care au loc între electronii din solide. Dar spre deosebire de electronii din solide, intensitatea acestor interacțiuni poate fi uşor modelată, permițând fizicienilor să testeze teoriile fizicii materiei condensate.

Grafinul mai bun decât grafenul?

Conform unor simulări pe calculator realizate în Germania, grafenul ar putea intra în competiție cu un nou grup de materiale numite grafine. Ca și grafenul, un grafin este tot un strat de carbon de un atom grosime, dar în timp ce grafenul poate exista numai ca structură de rețea asemănătoare fagurelui de miere, grafinele pot exista sub diferite structuri 2D. Ultima realizare sugerează că grafinele au proprietăți deosebite și potențial utilizabile electronic, caracterizate de „conuri Dirac", în timp ce pentru grafen există doar un singur con Dirac. Într-adevăr, un tip de grafin cu o rețea rectangulară este deosebit de interesant din cauza efectului pe care geometria sa îl are asupra conurilor Dirac – un aspect care s-ar putea dovedi folositor în dezvoltarea noilor tipuri de dispozitive electronice bazate pe carbon.

Neutronii şi principiul de incertitudine al lui Heisenberg

Fizicieni din Austria şi Japonia sunt primii care au măsurat două cantități fizice care au fost utilizate în 1927 de către Werner Heisenberg în prima sa formulare a mecanicii cuantice, dar apoi abandonată din cauză că termenii nu păreau să se acorde cu teoria care evolua rapid. Experimentul cu neutroni verifică o reformulare din 2003 a faimosului principiu de incertitudine al lui Heisenberg care reintroduce conceptele de eroare şi perturbație. Când Heisenberg a propus principiul de incertitudine, a făcut-o în termenii unei acțiuni ulterioare a unei măsurători făcute pe un obiect extrem de mic. Gândirea sa este însumată în "microscopul Heisenberg" experiment presupus în care un foton este utilizat pentru a determina localizarea unui electron. Fotonul este împrăştiat de către un electron şi apoi detectat. Heisenberg a arătat că o astfel de măsurătoare trebuie să fie susținută cu o incertitudine inerentă în ceea ce priveşte măsurarea poziției la care împrăştierea are loc, numită "eroare" şi o incertitudine inerentă privind modul în care momentul electronului este modificat de către procesul de împrăştiere, numită "perturbație". Heisenberg a arătat că pentru un sistem cuantic, produsul celor două trebuie să fie mai mic decât o valoare oarecare, pe care noi o recunoaştem ca fiind constanta Planck.

Consistența celulelor vii şi creşterea tumorilor

Modificări ale proprietăților mecanice ale celulelor vii pot fi responsabile pentru creşterea tumorilor canceroase. Acest lucru rezultă din simulările pe calculator realizate de către oameni de știință din SUA. Lucrarea lor sugerează că moliciunea celulelor poate modifica rata de divizare a celulelor şi, de asemenea, face ca celulele canceroase să supraviețuiască mai mult timp. Luați împreună, aceşti doi factori ar putea conduce la creşterea rapidă a tumorilor maligne. Oamenii de știință cunosc de mult timp că majoritatea cancerelor are loc atunci când factori genetici şi ambientali cauzează modificări în modul în care celulele vii se comportă. În multe cancere aceste modificări par să aibă loc în proprietățile mecanice ale celulelor. În particular, celulele canceroase tind să fie mai moi decât celulele sănătoase, iar unii cercetători cred că această flexibilitate mai mare poate conduce la creşterea rapidă a tumorii. Roger Bonnecaze şi Parag Katira de la Universitatea Texas din Austin şi Muhammad Zaman de la Universitatea Boston au creat un model 3D pe calculator care cuantifică legătura dintre consistența celulelor şi creşterea tumorii. Cercetătorii au modelat celule individuale ca niște cochilii de material vâscoelastic cu miezuri lichide. În izolare, fiecare celulă ar fi ca o simplă sferă, dar celulele pot, de asemenea, să se adune împreună pentru a forma un material asemănător țesutului.

La închiderea ediţiei CdF numărul 72 (mai 2012) – numărul de față – are data de închidere a ediției la 10 mai 2012. Numărul anterior, 71 (decembrie 2011), a fost tipărit între 25 şi 26 ianuarie 2012. Pachetele cu revista au fost trimise difuzorilor voluntari ai FHH şi SRF pe data de 3 februarie 2012.

Numărul următor este programat pentru luna septembrie 2012.

EDITURA HORIA HULUBEI ***Editură nonprofit încorporată Fundației Horia Hulubei.***
Fundația Horia Hulubei este organizație neguvernamentală, nonprofit şi nonadvocacy,
înființată în 4 septembrie 1992 şi persoană juridică din 14 martie 1994. Codul fiscal 9164783 din 17 februarie 1997.
Cont la BANCPOST, sucursala Măgurele, nr. RO20BPOS70903295827ROL01 în lei,
nr. RO84BPOS70903295827EUR01 în EURO şi nr. RO31BPOS70903295827USD01 în USD.

Abonamentele, contribuțiile băneşti şi donațiile pot fi trimise prin mandat poştal pentru BANCPOST la contul menționat, cu precizarea titularului: Fundația Horia Hulubei.

CURIERUL DE FIZICĂ ISSN 1221-7794

Comitetul director: Redactorul şef al CdF şi Secretarul general al Societății Române de Fizică
Membri fondatori: Suzana Holan, Fazakas Antal Bela, Mircea Oncescu
Redacția: Dan Radu Grigore – redactor şef, Mircea Morariu, Corina Anca Simion
Macheta grafică şi tehnoredactarea: Adrian Socolov, Bogdan Popovici
Au mai făcut parte din Redacție: Sanda Enescu, Marius Bârsan
Imprimat la INOE
Apare de la 15 iunie 1990, cu 2 sau 3 numere pe an.
Adresa redacției: Curierul de Fizică, C.P. MG-6, 077125 Bucureşti-Măgurele.
Tel. 021 404 2300 interior 3416. Fax 021 423 2311, **E-mail:** grigore@theory.nipne.ro
INTERNET: **www.fhh.org.ro**
Distribuirea de către redacția CdF cu ajutorul unei rețele de difuzori voluntari ai FHH, SRF şi SRRp.
La solicitare se trimite gratuit bibliotecilor unităților de cercetare şi învățământ cu inventarul principal în domeniile științelor exacte.
Datorită donației de 2% din impozitul pe venit, **contribuția bănească pentru un exemplar este 1 leu.**
Abonamentul pe anul 2012 este 3 lei, cu reducere 2,50 lei; prin poştă 3,50 lei.